



日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-021092

[ST.10/C]:

[JP2001-021092]

出 願 人

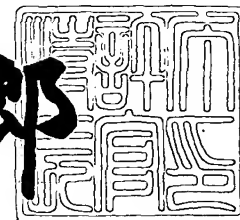
Applicant(s):

株式会社アドバンテスト

2003年 6月26日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3050788

【書類名】 特許願

【整理番号】 9991

【提出日】 平成13年 1月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01H

【発明の名称】 スイッチ、集積化回路装置及びスイッチの製造方法

【請求項の数】 23

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号株式会社アドバンテ
スト内

 【氏名】 安岡 正純

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号株式会社アドバンテ
スト内

 【氏名】 宮崎 勝

【特許出願人】

 【識別番号】 390005175

 【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【代理人】

 【識別番号】 100104156

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 龍華 明裕

 【電話番号】 (03)5366-7377

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 053394

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1



【物件名】	要約書	1
【ブルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スイッチ、集積化回路装置及びスイッチの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 端子と第 2 端子とを電氣的に接続するスイッチであって

前記第 1 端子と、

前記第 1 端子に対向する前記第 2 端子と、

前記第 1 端子を前記第 2 端子の方向に駆動する駆動手段と、

前記第 1 端子を前記第 2 端子の方向に静電力により誘引する互いに対向して設けられた第 1 電極及び第 2 電極を有する静電結合部とを備えることを特徴とするスイッチ。

【請求項 2】 前記駆動手段は、電力の供給により、前記第 1 端子を前記第 2 端子の方向に駆動することを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチ。

【請求項 3】 前記駆動手段と前記静電結合部の少なくとも一方に電力を供給する電力供給手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチ。

【請求項 4】 前記第 1 端子を保持し、前記駆動手段により前記第 2 端子の方向に駆動される可動部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のスイッチ。

【請求項 5】 前記第 2 端子が設けられた基板と、前記第 1 端子を保持し、前記駆動手段により前記第 2 端子の方向に駆動される可動部とをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチ。

【請求項 6】 前記第 1 の端子に対向する第 3 の端子をさらに備え、前記第 1 端子は、前記第 2 端子及び前記第 3 端子に接触することにより、前記第 2 端子及び前記第 3 端子を電氣的に接続させることを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチ。

【請求項 7】 前記可動部に設けられ、一端が前記第 1 端子に接続された配線と、

前記配線の多端に対向する第 3 端子と
をさらに備え、

前記第 1 端子は、前記配線を介して前記第 2 端子と前記第 3 端子とを電氣的に
接続させることを特徴とする請求項 4 に記載のスイッチ。

【請求項 8】 前記第 3 端子は前記配線の多端に接合され、

前記第 1 端子は、前記第 2 端子に接触することにより、前記第 2 端子及び前記
第 3 端子を電氣的に接続させることを特徴とする請求項 7 に記載のスイッチ。

【請求項 9】 前記配線の前記多端に設けられた第 4 端子をさらに備え、

前記駆動手段は、前記第 4 端子を前記第 3 端子の方向に駆動する手段をさらに
有し、

前記静電結合部は、前記第 4 端子を前記第 3 端子の方向に静電力により誘引す
る互に対向する第 3 電極及び第 4 電極を有することを特徴とする請求項 7 に記
載のスイッチ。

【請求項 10】 前記可動部を支持する支持部をさらに備え、

前記第 1 端子が前記支持部と前記第 1 電極との間に設けられたことを特徴とす
る請求項 4 に記載のスイッチ。

【請求項 11】 前記可動部を支持する支持部をさらに備え、

前記第 1 電極が前記支持部と前記第 1 端子との間に設けられたことを特徴とす
る請求項 4 に記載のスイッチ。

【請求項 12】 2 つの前記静電結合部を備え、

前記 2 つの静電結合部のそれぞれの前記第 1 電極が、前記可動部の長手方向に
垂直な方向に前記第 1 端子を挟んで設けられたことを特徴とする請求項 4 に記載
のスイッチ。

【請求項 13】 前記可動部における前記第 1 端子が設けられる部位の幅は
、他の部位の幅よりも狭いことを特徴とする請求項 4 に記載のスイッチ。

【請求項 14】 前記可動部は、熱膨張率の異なる複数の部材を有すること
を特徴とする請求項 4 に記載のスイッチ。

【請求項 15】 前記駆動手段は、熱膨張率の異なる複数の部材と、前記熱
膨張率の異なる複数の部材を加熱するヒータとを有することを特徴とする請求項

1 に記載のスイッチ。

【請求項 1 6】 前記可動部は、ピエゾ素子を有することを特徴とする特徴とする請求項 4 に記載のスイッチ。

【請求項 1 7】 前記駆動手段は、前記可動部に設けられた第 1 磁性体と前記基板に設けられた第 2 磁性体とを有する磁石部を含むことを特徴とする特徴とする請求項 5 に記載のスイッチ。

【請求項 1 8】 前記可動部は、形状記憶合金を有することを特徴とする請求項 4 に記載のスイッチ。

【請求項 1 9】 前記駆動手段は、形状記憶合金と、前記形状記憶合金を加熱するヒータと有することを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチ。

【請求項 2 0】 第 1 端子と第 2 端子とを電氣的に接続するスイッチであって、

前記第 1 端子と、

前記第 1 端子に対向する前記第 2 端子と、

前記第 1 端子を前記第 2 端子から離れる方向に駆動する駆動手段と、

前記第 1 端子を前記第 2 端子の方向に静電力により誘引する互いに対向して設けられた第 1 電極及び第 2 電極を有する静電結合部とを備えることを特徴とするスイッチ。

【請求項 2 1】 単一基板上に、第 1 端子と第 2 端子とを電氣的に接続するスイッチが複数設けられた集積化回路装置であって、

前記スイッチが、

第 1 端子と、

前記第 1 端子に対向する第 2 端子と、

前記第 1 端子を前記第 2 端子の方向に駆動する駆動手段と、

前記第 1 端子を前記第 2 端子の方向に静電力により誘引する互いに対向する第 1 電極及び第 2 電極を有する静電結合部とを備えることを特徴とする集積化回路装置。

【請求項 2 2】 第 1 端子と第 2 端子とを電氣的に接続するスイッチの製造方法であって、

第 1 基板に、前記第 2 端子に接触することにより前記第 2 端子と電氣的に接続する第 1 端子と、前記第 1 端子を保持し、電力の供給により前記第 2 端子の方向に駆動される可動部と、前記可動部に設けられた第 1 電極とを有するスイッチ部を形成するスイッチ部形成工程と、

第 2 基板に、前記 2 端子と、第 2 電極と、前記スイッチ部を支持する支持部とを有する支持台を形成する支持台形成工程と、

前記第 1 端子が前記第 2 端子に、前記第 1 電極が前記第 2 電極にそれぞれ対向するように前記第 1 基板と前記第 2 基板とを張り合わせる張り合わせ工程とを備えることを特徴とするスイッチの製造方法。

【請求項 2 3】 前記スイッチ部形成工程が、前記可動部に、熱膨張率の異なる複数の部材を形成する工程を有することを特徴とする請求項 2 2 に記載のスイッチの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スイッチ、集積回路装置及びスイッチの製造方法に関する。特に本発明は、駆動力として静電力と、静電力とは異なる他の手段を有するスイッチに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

マイクロマシン技術を利用したスイッチに、熱膨張率の異なる複数の金属を張り合わせたバイメタルが用いられる。バイメタルを用いたスイッチは、バイメタルに熱を加えることによりバイメタルを変形させ、スイッチオンの状態を保つ。このようなマイクロマシンデバイスのスイッチを実用化するためには、スイッチの消費電力を低減するのが重要である。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、バイメタルを用いたスイッチは、スイッチオンの状態を保つ間中バイメタルに熱を加える手段を有する必要がある。その結果、消費電力が大きくなる

という問題があった。

【 0 0 0 4 】

そこで本発明は、上記の課題を解決することのできるスイッチ、集積回路装置及びスイッチの製造方法を提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明の第 1 の形態によると、第 1 端子と第 2 端子とを電氣的に接続するスイッチであって、第 1 端子と、第 1 端子に対向する第 2 端子と、第 1 端子を第 2 端子の方向に駆動する駆動手段と、第 1 端子を第 2 端子の方向に静電力により誘引する互いに対向して設けられた第 1 電極及び第 2 電極を有する静電結合部とを備えることを特徴とするスイッチを提供する。

【 0 0 0 6 】

駆動手段は、電力の供給により、第 1 端子を第 2 端子の方向に駆動するのが好ましい。

スイッチは、駆動手段と静電結合部の少なくとも一方に電力を供給する電力供給手段をさらに備えるのが好ましい。

スイッチは、第 1 端子を保持し、駆動手段により第 2 端子の方向に駆動される可動部をさらに備えるのが好ましい。

【 0 0 0 7 】

スイッチは、第 2 端子が設けられた基板と、第 1 端子を保持し、駆動手段により第 2 端子の方向に駆動される可動部とをさらに備えてもよい。

スイッチは、静電結合部により第 1 端子が第 2 の方向に誘引される過程において、第 1 端子が第 2 端子に接続するように可動部を支持する支持部をさらに備えるのが好ましい。

【 0 0 0 8 】

静電結合部は、第 1 電極又は第 2 電極の少なくとも一方の表面に絶縁層を有するのが好ましい。

スイッチは、第 1 の端子に対向する第 3 の端子をさらに備えてもよく、第 1 端子は、第 2 端子及び第 3 端子に接触することにより、第 2 端子及び第 3 端子を電氣的に接続させてよい。

【 0 0 0 9 】

スイッチは、可動部に設けられ、一端が第 1 端子に接続された配線と、配線の多端に対向する第 3 端子とをさらに備えてもよく、第 1 端子は、配線を介して第 2 端子と第 3 端子とを電氣的に接続させてよい。

第 3 端子は配線の多端に接合され、第 1 端子は、第 2 端子に接触することにより、第 2 端子及び第 3 端子を電氣的に接続させてよい。

【 0 0 1 0 】

スイッチは、配線の多端に設けられた第 4 端子をさらに備えてもよく、駆動手段は、第 4 端子を第 3 端子の方向に駆動する手段をさらに有してもよく、静電結合部は、第 4 端子を第 3 端子の方向に静電力により誘引する互いに対向する第 3 電極及び第 4 電極を有してよい。

【 0 0 1 1 】

スイッチは、第 1 端子及び第 4 端子の間に設けられ、可動部を支持する支持部をさらに備えてもよい。

第 1 端子が支持部と第 1 電極との間に設けられてよい。第 1 電極が支持部と第 1 端子との間に設けられてよい。

【 0 0 1 2 】

スイッチは、2 つの静電結合部を備えてもよく、2 つの静電結合部のそれぞれの第 1 電極が、可動部の長手方向に垂直な方向に第 1 端子を挟んで設けられてよい。

可動部における第 1 端子が設けられる部位の幅は、他の部位の幅よりも狭くてよい。

【 0 0 1 3 】

可動部は、熱膨張率の異なる複数の部材を有してよい。駆動手段は、熱膨張率の異なる複数の部材と、熱膨張率の異なる複数の部材を加熱するヒータとを有してよい。

駆動手段は可動部に設けられ、ヒータは可動部の第1端子が設けられる部位と異なる部位に設けられるのが好ましい。

【0014】

可動部は、piezo素子を有してよい。駆動手段は、可動部に設けられた第1磁性体と基板に設けられた第2磁性体とを有する磁石部を含んでよい。

可動部は、形状記憶合金を有してよい。駆動手段は、形状記憶合金と、形状記憶合金を加熱するヒータを有してよい。

【0015】

本発明の第2の形態によると、第1端子と第2端子とを電気的に接続するスイッチであって、第1端子と、第1端子に対向する第2端子と、第1端子を第2端子から離れる方向に駆動する駆動手段と、第1端子を第2端子の方向に静電力により誘引する互いに対向して設けられた第1電極及び第2電極を有する静電結合部とを備えることを特徴とするスイッチを提供する。

【0016】

本発明の第3の形態によると、単一基板上に、第1端子と第2端子とを電気的に接続するスイッチが複数設けられた集積化回路装置であって、スイッチが、第1端子と、第1端子に対向する第2端子と、第1端子を第2端子の方向に駆動する駆動手段と、第1端子を第2端子の方向に静電力により誘引する互いに対向する第1電極及び第2電極を有する静電結合部とを備えることを特徴とする集積化回路装置を提供する。

【0017】

本発明の第4の形態によると、第1端子と第2端子とを電気的に接続するスイッチの製造方法であって、第1基板に、第2端子に接触することにより第2端子と電気的に接続する第1端子と、第1端子を保持し、電力の供給により第2端子の方向に駆動される可動部と、可動部に設けられた第1電極とを有するスイッチ部を形成するスイッチ部形成工程と、第2基板に、2端子と、第2電極と、スイッチ部を支持する支持部とを有する支持台を形成する支持台形成工程と、第1端子が第2端子に、第1電極が第2電極にそれぞれ対向するように第1基板と第2基板とを張り合わせる張り合わせ工程とを備えることを特徴とするスイッチの製

造方法を提供する。

スイッチ部形成工程は、可動部に、熱膨張率の異なる複数の部材を形成する工程を有してよい。

【0018】

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態はクレームにかかる発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0020】

図1は、本発明の一実施形態に係るスイッチ10の第1実施例を示す断面図である。図1(a)は、オフ状態のスイッチ10の断面図を示す。図1(b)は、オン状態のスイッチ10の断面図を示す。

【0021】

スイッチ10は、第1端子46と、第1端子46に対向する第2端子26及び第3端子28と、第1端子46を第2端子26及び第3端子28の方向に駆動する駆動手段70と、第1端子46を第2端子26及び第3端子28の方向に静電力により誘引する互いに対向して設けられた第1電極50及び第2電極30を有する静電結合部72とを備える。また、スイッチ10は、基板22と、基板22上に設けられた支持部24と、支持部24に支持され、駆動手段70により第2端子26及び第3端子28の方向に駆動される可動部42と、可動部42を支持部24に固定する被支持部44とをさらに備える。さらにスイッチ10は、駆動手段70と静電結合部72の少なくとも一方に電力を供給する電力供給手段100と、駆動手段70及び静電結合部72を電力供給手段と接続する導線部80及び接続配線90とを有するのが望ましい。

【0022】

第2端子26、第3端子28、第2電極30及び導線部80は、基板22に形

成される。そして、可動部 4 2 は、第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 に対向するように、また第 1 電極 5 0 が第 2 電極 3 0 に対向するように、第 1 端子 4 6 及び第 1 電極 5 0 を保持するのが好ましい。

【 0 0 2 3 】

可動部 4 2 は、熱膨張率の異なる複数の部材を有するのが好ましい。熱膨張率の異なる複数の部材とは、互いに熱膨張率の異なる複数の金属であってよい。可動部 4 2 は、熱膨張率の異なる複数の部材を層状に有することにより、各々の部材を加熱したときに、各々の部材の熱膨張率の差により可動部 4 2 の形状が変化する。駆動手段 7 0 が可動部 4 2 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に駆動しないとき、可動部 4 2 は、第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 に接触しないように、第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向と反対の方向に反るように設けられてもよい。

【 0 0 2 4 】

駆動手段 7 0 は、電力の供給により、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に駆動する手段であるのが望ましい。本実施例において、駆動手段 7 0 は、熱伝導率の異なる複数の部材と、熱膨張率の異なる複数の部材を加熱するヒータとを有する。

【 0 0 2 5 】

また、本実施例において、可動部 4 2 は、駆動手段 7 0 を含む。駆動手段 7 0 は、第 1 構成部材 5 4 と、第 2 構成部材 5 6 と、第 1 構成部材 5 4 及び第 2 構成部材 5 6 を加熱するヒータ 5 8 とを有する。第 1 構成部材 5 4 は、第 2 構成部材 5 6 を形成する材料よりも熱膨張率の大きい材料で形成されるのが望ましい。第 1 構成部材 5 4 は、例えばアルミニウム、ニッケル、ニッケル鉄、パラジウム銅シリコン、樹脂などの比較的熱膨張率の大きい材料により形成されるのが好ましい。第 2 構成部材は、例えば酸化シリコン、シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウムなどの熱膨張率の小さい材料により形成されるのが好ましい。

【 0 0 2 6 】

ヒータ 5 8 は、第 1 構成部材 5 4 及び第 2 構成部材 5 6 を加熱する。ヒータ 5 8 は、可動部 4 2 の第 1 端子 4 6 が設けられる部位と異なる部位に設けられるの

が好ましい。ヒータ 5 8 は、電流の供給により発熱する材料により形成されるのが好ましい。また、ヒータ 5 8 は、第 2 構成部材 5 6 を形成する材料よりも熱膨張率が大きく、第 1 構成部材 5 4 を形成する材料よりも熱膨張率が小さい材料により形成されるのが好ましい。本実施形態において、ヒータ 5 8 は、ニッケルとクロムとの合金又はクロムと白金とを積層した金属積層膜等の金属抵抗体により形成される。

【 0 0 2 7 】

他の例において、駆動手段 7 0 は、例えば可動部 4 2 外に配置された赤外線照射手段などを有してもよい。この場合、駆動手段 7 0 は、当該赤外線照射手段により可動部 4 2 を加熱してもよい。また、他の例において、駆動手段 7 0 は、温度制御可能なチャンバを有してもよい。この場合、駆動手段 7 0 は、チャンバの温度を制御することにより可動部 4 2 を加熱してもよい。

【 0 0 2 8 】

駆動手段 7 0 は、可動部 4 2 の駆動量を制御すべく、第 1 構成部材 5 4 と第 2 構成部材 5 6 との間に、第 1 構成部材 5 4 及び第 2 構成部材 5 6 を形成する材料と熱膨張率の異なる材料により形成された部材をさらに有してもよい。

【 0 0 2 9 】

第 1 構成部材 5 4 又は第 2 構成部材 5 6 が、導電性を有する材料により形成される場合に、可動部 4 2 は、ヒータ 5 8 と第 1 構成部材 5 4 及び第 2 構成部材 5 6 とを絶縁する絶縁部材をさらに有するのが好ましい。当該絶縁部材は、例えば酸化シリコン等の絶縁材料であってよい。

【 0 0 3 0 】

静電結合部 7 2 は、第 1 電極 5 0 又は第 2 電極 3 0 の少なくとも一方の表面に絶縁層を有するのが好ましい。本実施例において、第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 は第 1 絶縁層 5 2 及び第 2 絶縁層 3 2 をそれぞれ有する。第 1 絶縁層 5 2 及び第 2 絶縁層 3 2 は、酸化シリコン層等により形成されてよい。第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 は、白金や金などの高い導電率を有する金属により形成されるのが好ましい。また、第 1 電極 5 0 は、可動部 4 2 との間に例えばチタンなどの密着層を有してもよい。第 2 電極 3 0 は、基板 2 2 との間に例えばチタンなどの密着

層を有してもよい。

【0031】

支持部24は、静電結合部72により第1端子46が第2端子26及び第3端子28の方向に誘引される過程において、第1端子46が第2端子26及び第3端子28に接続するように可動部42を支持するのが好ましい。支持部24は、基板22を加工することにより、基板22と一体に形成されてもよい。被支持部44は、可動部42が形成された基板を加工することにより、可動部42と一体に形成されてもよい。

【0032】

本実施例において、第1端子46は、支持部24と第1電極50との間に設けられるのが好ましい。第1端子46、第2端子26及び第3端子28は、例えば白金や金などの高い導電率を有する金属により形成されるのが好ましい。また、第1端子46は、可動部42との間に例えばチタン等の密着層を有してもよい。第2端子26及び第3端子28は、基板22との間に例えばチタン等の密着層を有してもよい。これにより、第1端子46と可動部42、並びに第2端子26及び第3端子28と基板22との間の密着性を向上することができる。

【0033】

また、可動部42の第2構成部材56が導電性を有する材料により形成される場合に、可動部42は、第2構成部材56と第1端子46とを絶縁する絶縁部材をさらに有するのが好ましい。当該絶縁部材は、例えば酸化シリコン等の絶縁材料であってよい。

【0034】

本実施例において、可動部42は、駆動手段70により駆動され、第1端子46を第2端子26及び第3端子28に接触させる。そのため、可動部42は、第2端子26及び第3端子28を電氣的に接続させることができる。

【0035】

図2は、図1に示すスイッチ10の上面図である。図2(a)は、基板22に可動部42が配置されたスイッチ10の上面図を示す。図2(b)は、基板22の上面図を示す。

【 0 0 3 6 】

スイッチ 1 0 は、基板 2 2 と、可動部 4 2 と、導線部 8 0 と、電力供給手段 1 0 0 とを有する。導線部 8 0 は、第 2 電極用導線 8 2 と、第 1 電極用導線 8 4 と、ヒータ用第 1 導線 8 6 及びヒータ用第 2 導線 8 8 を有する。第 2 電極用導線 8 2 は、第 2 電極 3 0 に接続され、第 2 電極 3 0 に電圧を供給する。第 1 電極用導線 8 4 は、第 1 電極 5 0 に接続され、第 1 電極 5 0 に電圧を供給する。ヒータ用第 1 導線 8 6 及びヒータ用第 2 導線 8 8 はヒータ 5 8 に接続され、ヒータ 5 8 に電流を供給する。電力供給手段 1 0 0 は、第 1 電極用導線 8 4 及び第 2 電極用導線 8 2 と、ヒータ用第 1 導線 8 6 及びヒータ用第 2 導線 8 8 とに供給する電力を制御する。

【 0 0 3 7 】

可動部 4 2 における第 1 端子 4 6 が設けられる部位の幅は、他の部位の幅よりも狭いのが好ましい。これにより、可動部 4 2 は、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 に容易に接触させることができる。

【 0 0 3 8 】

次に、図 1 及び図 2 を参照して、スイッチ 1 0 の動作を説明する。

図 1 (a) に示すように、支持部 2 4 は、第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 と所定の間隔を保つように可動部 4 2 を支持する。ここで、第 2 端子に信号が供給される。スイッチ 1 0 のスイッチをオンにすると、電力供給手段 1 0 0 は、ヒータ用第 1 導線 8 6 及びヒータ用第 2 導線 8 8 を介して駆動手段 7 0 のヒータ 5 8 に電流を供給する。その結果、ヒータ 5 8 により第 1 構成部材 5 4 及び第 2 構成部材 5 6 が加熱される。第 1 構成部材 5 4 及び第 2 構成部材 5 6 は、熱膨張率が異なるので、加熱されることにより第 1 構成部材 5 4 が第 2 構成部材 5 6 より膨張する。その結果、図 1 (b) に示すように、可動部 4 2 が基板 2 2 の方向に駆動される。そして、可動部 4 2 に設けられた第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 に接触することにより、第 2 端子 2 6 と第 3 端子 2 8 とが電氣的に接続される。そのため、第 2 端子 2 6 に供給された信号は、第 1 端子 4 6 を介して第 3 端子 2 8 に供給される。

【 0 0 3 9 】

電力供給手段 1 0 0 は、可動部 4 2 が基板 2 2 の方向に駆動され、第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 に接触すると、第 1 電極用導線 8 4 及び第 2 電極用導線 8 2 を介して静電結合部 7 2 に電圧を供給する。電力供給手段 1 0 0 は、可動部 4 2 が基板 2 2 の方向に駆動され、可動部 4 2 の第 1 電極 5 0 が設けられた部位と基板 2 2 の第 2 電極 3 0 が設けられた部位とが静電引力が有効に作動する程度に近づいたときに第 1 電極用導線 8 4 及び第 2 電極用導線 8 2 を介して静電結合部 7 2 に電圧を供給してもよい。静電結合部 7 2 に電圧を供給することにより、静電結合部 7 2 の第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 の間に静電力が生じる。静電結合部 7 2 は、第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 の間に生じた静電力によって可動部 4 2 を基板 2 2 の方向に誘引する。電力供給手段 1 0 0 は、静電結合部 7 2 へ電圧を供給すると共に、駆動手段 7 0 へ供給していた電流を停止してもよい。

【 0 0 4 0 】

スイッチ 1 0 のスイッチをオフにするとき、電力供給手段 1 0 0 は、静電結合部 7 2 へ供給していた電圧を停止する。これにより、静電結合部 7 2 の第 1 電極 5 0 と第 2 電極 3 0 の間に生じていた静電力は消滅する。そのため、可動部 4 2 は基板 2 2 と反対の方向に移動する。その結果、第 1 端子 4 6 は第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 と離れ、第 2 端子 2 6 に供給された信号は第 3 端子 2 8 に供給されなくなる。

【 0 0 4 1 】

以上のように、本実施例のスイッチは、スイッチをオン状態にする駆動力として熱膨張率の異なる複数の部材と当該部材を加熱するヒータとを用い、静電力を用いてスイッチをオン状態に保つので、スイッチの消費電力を極めて少なくすることができる。

また、本実施例のスイッチは、スイッチをオン状態にするために駆動手段 7 0 を用いるので、静電力のみを用いてスイッチのオンオフ動作を行うスイッチに比べてスイッチの駆動電圧を低減することができる。さらに、本実施例のスイッチは、スイッチをオン状態にするために駆動手段 7 0 を用いるので、静電結合部 7 2 の電極面積を小さくすることができ、ひいてはスイッチの小型化、高集積化が

可能となる。

【0042】

<第2実施例>

図3は、本発明の一実施形態に係るスイッチ10の第2実施例を示す断面図である。図3(a)は、オフ状態のスイッチ10の断面図を示す。図3(b)は、オン状態のスイッチ10の断面図を示す。

【0043】

本実施例において、第1実施例のスイッチと同様の構成要素は図1及び図2と同様の符号を付す。本実施例において、第1電極50は、支持部24と第1端子46との間に設けられる。ヒータ58は、可動部42の第1端子46が設けられる部位と異なる部位に設けられるのが好ましい。

【0044】

図4は、図3に示すスイッチ10の上面図である。図4(a)は、基板22に可動部42が配置されたスイッチ10の上面図を示す。図4(b)は、基板22の上面図を示す。

可動部42において第1端子46が設けられる部位の幅は、他の部位の幅よりも狭いのが好ましい。これにより、可動部42は、第1端子46を第2端子26及び第3端子28に容易に接触させることができる。

【0045】

図3及び図4に示すように、本実施例においては、第1電極50が可動部42の端に設けられているので、可動部42において、ヒータ58を広く設けることができる。そのため、駆動手段70の駆動力を大きくすることができる。さらに、本実施例のスイッチは、スイッチをオン状態にするために駆動手段70を用いるので、静電結合部72の電極面積を小さくすることができ、ひいてはスイッチの小型化、高集積化が可能となる。

【0046】

<第3実施例>

図5は、本発明の一実施形態に係るスイッチ10の第3実施例を示す上面図である。

本実施例において、スイッチ 10 は、2 つの静電結合部 72 を備える。各静電結合部 72 は、それぞれ第 1 電極 50 及び第 2 電極 30 を有する。静電結合部 72 は、第 1 電極 50 又は第 2 電極 30 の少なくとも一方の表面に絶縁層を有するのが好ましい。本実施例において、2 つの静電結合部 72 のそれぞれの第 1 電極は、可動部 42 の長手方向に垂直な方向に第 1 端子 28 を挟んで設けられる。

本実施例において、スイッチ 10 は 2 つの静電結合部 72 を有することにより、静電結合部 72 の静電力を大きくすることができる。

【0047】

<第 4 実施例>

図 6 は、本発明の一実施形態に係るスイッチ 10 の第 4 実施例を示す断面図である。

本実施例において、スイッチ 10 は、第 1 端子 46 と、第 1 端子 46 に対向する第 2 端子 26 と、第 1 端子 46 を第 2 端子 26 の方向に駆動する駆動手段 70 と、第 1 端子 46 を第 2 端子 26 の方向に静電力により誘引する互いに対向して設けられた第 1 電極 50 及び第 2 電極 30 を有する静電結合部 72 とを備える。また、スイッチ 10 は、基板 22 と、基板 22 上に設けられた支持部 24 と、支持部 24 に支持され、駆動手段 70 により第 2 端子 26 の方向に駆動される可動部 42 と、可動部 42 に設けられ、一端が第 1 端子 46 に接続された配線 60 と、可動部 42 を支持部 24 に固定する被支持部 44 と、基板 22 に設けられ、配線 60 の多端に対向する第 3 端子 28 とをさらに備える。さらにスイッチ 10 は、駆動手段 70 と静電結合部 72 の少なくとも一方に電力を供給する電力供給手段を有するのが望ましい。本実施例において、第 3 端子 28 は、配線 60 の多端に接合部材 48 により接合されるのが望ましい。

【0048】

第 2 端子 26、第 3 端子 28 及び第 2 電極 30 は、基板 22 に形成される。可動部 42 は、第 1 端子 46 が第 2 端子 26 に対向するように、また第 1 電極 50 が第 2 電極 30 に対向するように、第 1 端子 46 及び第 1 電極 50 を保持するのが好ましい。支持部 24 は、第 2 端子 26 と第 3 端子 28 との間に設けられるのが好ましい。

【 0 0 4 9 】

接合部材 4 8 は、導電性接着部材であって、半田により形成されるのが好ましい。本実施例において、接合部材 4 8 は、例えば金と錫の合金、金とゲルマニウムの合金、鉛と錫の合金、インジウムなどを含む半田により形成される。接合部材 4 8 は、例えば銀エポキシ樹脂などの導電性樹脂により形成されてもよい。また、接合部材 4 8 は、金などのバンプを形成することにより設けられてもよい。

【 0 0 5 0 】

第 2 構成部材 5 6 が、導電性を有する材料により形成される場合に、第 2 構成部材 5 6 が配線 6 0 の機能を有してもよい。

【 0 0 5 1 】

次に、本実施例におけるスイッチ 1 0 の動作を説明する。

支持部 2 4 は、第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 と所定の間隔を保つように可動部 4 2 を支持する。ここで、第 2 端子 2 6 に信号が供給される。スイッチ 1 0 のスイッチをオンにするとき、電力供給手段は、駆動手段 7 0 のヒータ 5 8 に電流を供給する。その結果、ヒータ 5 8 により第 1 構成部材 5 4 及び第 2 構成部材 5 6 が加熱される。第 1 構成部材 5 4 及び第 2 構成部材 5 6 は、熱膨張率が異なるので、加熱により第 1 構成部材 5 4 が第 2 構成部材 5 6 より膨張する。その結果、可動部 4 2 が基板 2 2 の方向に駆動される。可動部 4 2 に設けられた第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 に接触することにより、第 2 端子 2 6 と第 3 端子 2 8 とが配線 6 0 を介して電氣的に接続される。そのため、第 2 端子 2 6 に供給された信号は、第 1 端子 4 6 を介して第 3 端子 2 8 に供給される。

【 0 0 5 2 】

電力供給手段は、可動部 4 2 が基板 2 2 の方向に駆動され、第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 に接触すると、静電結合部 7 2 に電圧を供給する。電力供給手段は、可動部 4 2 が基板 2 2 の方向に駆動され、可動部 4 2 の第 1 電極 5 0 が設けられた部位と基板 2 2 の第 2 電極 3 0 が設けられた部位とが静電引力が有効に作動する程度に近づいたときに静電結合部 7 2 に電圧を供給してもよい。静電結合部 7 2 に電圧を供給することにより、静電結合部 7 2 の第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 の間に静電力が生じる。静電結合部 7 2 は、第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 の

間に生じた静電力によって可動部 4 2 を基板 2 2 の方向に誘引する。電力供給手段は、静電結合部 7 2 へ電圧を供給すると共に、駆動手段 7 0 へ供給していた電流を停止してもよい。

【 0 0 5 3 】

スイッチ 1 0 のスイッチをオフにするとき、電力供給手段は、静電結合部 7 2 へ供給していた電圧を停止する。これにより、静電結合部 7 2 の第 1 電極 5 0 と第 2 電極 3 0 の間に生じていた静電力は消滅する。そのため、可動部 4 2 は基板 2 2 と反対の方向に移動する。その結果、第 1 端子 4 6 は第 2 端子 2 6 と離れ、第 2 端子 2 6 に供給された信号は第 3 端子 2 8 に供給されなくなる。

【 0 0 5 4 】

以上のように、本実施例のスイッチは、スイッチをオン状態にする駆動力として熱膨張率の異なる複数の部材と当該部材を加熱するヒータとを用い、静電力を用いてスイッチをオン状態に保つので、スイッチの消費電力を極めて少なくすることができる。

また、本実施例のスイッチは、スイッチをオン状態にするために駆動手段 7 0 を用いるので、静電力のみを用いてスイッチのオンオフ動作を行うスイッチに比べてスイッチの駆動電圧を低減することができる。さらに、本実施例のスイッチは、スイッチをオン状態にするために駆動手段 7 0 を用いるので、静電結合部 7 2 の電極面積を小さくすることができ、ひいてはスイッチの小型化、高集積化が可能となる。

【 0 0 5 5 】

< 第 5 実施例 >

図 7 は、本発明の一実施形態に係るスイッチ 1 0 の第 5 実施例を示す断面図である。

本実施例において、スイッチ 1 0 は、第 1 端子 4 6 と、第 1 端子 4 6 に対向する第 2 端子 2 6 と、一端が第 1 端子 4 6 に接続された配線 6 0 と、配線 6 0 の他端に設けられた第 4 端子 4 8 と、第 4 端子 4 8 に対向する第 3 端子 2 8 と、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 の方向に駆動する駆動手段 7 0 と、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 の方向に静電力により誘引する互いに対向して設けられた第 1 電極 5 0

及び第2電極30を有する静電結合部72とを備える。また、スイッチ10は、基板22と、基板22上に設けられた支持部24と、支持部24に支持され、駆動手段70により第2端子26及び第3端子28の方向にそれぞれ駆動される可動部42a及び42bと、可動部42a及び42bに設けられ、可動部42a及び42bを支持部24に固定する被支持部44とをさらに備える。さらにスイッチ10は、駆動手段70と静電結合部72の少なくとも一方に電力を供給する電力供給手段を有するのが望ましい。

【0056】

本実施例において、駆動手段70は、第4端子48を第3端子28の方向に駆動する手段をさらに有する。静電結合部72は、第4端子48を第3端子28の方向に静電力により誘引する互いに対向する第3電極74及び第4電極76をさらに有する。駆動手段70は、第1端子46を第2端子26の方向に駆動する手段と第4端子48を第3端子28の方向に駆動する手段とをそれぞれ独立に制御するのが好ましい。

【0057】

第2端子26、第3端子28、第2電極30及び第4電極76は、基板22に形成される。可動部42は、第1端子46が第2端子26に対向し、第4端子48が第3端子28に対向し、第1電極50が第2電極30に対向し、また第3電極74が第4電極76に対向するように、第1端子46、第4端子48、第1電極50及び第3電極74を保持するのが好ましい。支持部24は、第1端子46と第4端子48との間に設けられ、可動部42を支持するのが好ましい。

【0058】

静電結合部72は、第1電極50又は第2電極30の少なくとも一方の表面、及び第3電極74及び第4電極76の少なくとも一方の表面に絶縁層をそれぞれ有するのが好ましい。

【0059】

本実施例において、駆動手段70は、第1構成部材54と、第2構成部材56と、第1構成部材54及び第2構成部材56を加熱するヒータ58a及び58bとを有する。

【 0 0 6 0 】

次に、本実施例におけるスイッチ 1 0 の動作を説明する。

支持部 2 4 は、第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 と所定の間隔を保ち、第 4 端子 4 8 が第 3 端子 2 8 と所定の間隔を保つように可動部 4 2 a 及び 4 2 b を支持する。ここで、第 2 端子 2 6 に信号が供給される。スイッチ 1 0 のスイッチをオンにすると、電力供給手段は、駆動手段 7 0 のヒータ 5 8 a 及び 5 8 b に電流を供給する。その結果、ヒータ 5 8 a 及び 5 8 b により第 1 構成部材 5 4 及び第 2 構成部材 5 6 が加熱される。第 1 構成部材 5 4 及び第 2 構成部材 5 6 は、熱膨張率が異なるので、加熱により第 1 構成部材 5 4 が第 2 構成部材 5 6 より膨張する。その結果、可動部 4 2 a 及び 4 2 b が基板 2 2 の方向に駆動される。可動部 4 2 a に設けられた第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 に接触し、可動部 4 2 b に設けられた第 4 端子 4 8 が第 3 端子 2 8 に接触することにより、第 2 端子 2 6 と第 3 端子 2 8 とが配線 6 0 を介して電氣的に接続される。そのため、第 2 端子 2 6 に供給された信号は、第 1 端子 4 6 及び第 4 端子 4 8 を介して第 3 端子 2 8 に供給される。

【 0 0 6 1 】

電力供給手段は、可動部 4 2 a 及び 4 2 b が基板 2 2 の方向に駆動され、第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 に接触し、第 4 端子 4 8 が第 3 端子 2 8 に接触すると、静電結合部 7 2 に電圧を供給する。電力供給手段は、可動部 4 2 a 及び 4 2 b が基板 2 2 の方向に駆動され、可動部 4 2 a の第 1 電極 5 0 が設けられた部位と基板 2 2 の第 2 電極 3 0 が設けられた部位とが静電引力が有効に作動する程度に近づき、可動部 4 2 b の第 3 電極 7 4 が設けられた部位と基板 2 2 の第 4 電極 7 6 が設けられた部位とが静電引力が有効に作動する程度に近づいたときに静電結合部 7 2 に電圧を供給してもよい。静電結合部 7 2 に電圧を供給することにより、静電結合部 7 2 の第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 間、並びに第 3 電極 7 4 及び第 4 電極 7 6 間に静電力が生じる。静電結合部 7 2 は、第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 間、並びに第 3 電極 7 4 及び第 4 電極 7 6 間に生じた静電力によって可動部 4 2 a 及び 4 2 b を基板 2 2 の方向に誘引する。電力供給手段は、静電結合部 7 2 へ電圧を供給すると共に、駆動手段 7 0 へ供給していた電流を停止してもよい。

【 0 0 6 2 】

スイッチ 1 0 のスイッチをオフにするとき、電力供給手段は、静電結合部 7 2 へ供給していた電圧を停止する。これにより、静電結合部 7 2 の第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 間、並びに第 3 電極 7 4 及び第 4 電極 7 6 間に生じていた静電力は消滅する。そのため、可動部 4 2 a 及び 4 2 b は基板 2 2 と反対の方向に移動する。その結果、第 1 端子 4 6 は第 2 端子 2 6 と離れ、第 4 端子 4 8 は第 3 端子 2 8 と離れるので、第 2 端子 2 6 に供給された信号は第 3 端子 2 8 に供給されなくなる。

【 0 0 6 3 】

以上のように、本実施例のスイッチは、スイッチをオン状態にする駆動力として熱膨張率の異なる複数の部材と当該部材を加熱するヒータとを用い、静電力を用いてスイッチをオン状態に保つので、スイッチの消費電力を極めて少なくすることができる。

また、本実施例のスイッチは、スイッチをオン状態にするために駆動手段 7 0 を用いるので、静電力のみを用いてスイッチのオンオフ動作を行うスイッチに比べてスイッチの駆動電圧を低減することができる。さらに、本実施例のスイッチは、スイッチをオン状態にするために駆動手段 7 0 を用いるので、静電結合部 7 2 の電極面積を小さくすることができ、ひいてはスイッチの小型化、高集積化が可能となる。

【 0 0 6 4 】

< 第 6 実施例 >

図 8 は、本発明の一実施形態に係るスイッチ 1 0 の第 6 実施例を示す断面図である。スイッチ 1 0 は、可動部 4 2 の両端が固定された両持ち梁構造を有してもよい。さらに、スイッチ 1 0 は、可動部 4 2 の 3 端以上が固定された構造を有してもよい。この場合、スイッチ 1 0 は、その構造に応じて複数のヒータ 5 8 等を含む駆動手段 7 0 及び複数の静電結合部 7 2 の組み合わせを有するのが好ましい。

【 0 0 6 5 】

以上の第 1 実施例から第 6 実施例においては、ヒータ 5 8 が加熱されていない

時にスイッチがオフの状態であるノーマリーオフ型のスイッチ 1 0 を説明したが、スイッチ 1 0 は、ヒータ 5 8 が加熱されていない時にスイッチがオンの状態であるノーマリーオン型であってよい。この場合、電力供給手段が駆動手段 7 0 のヒータ 5 8 に電流を供給することにより、可動部 4 2 が基板 2 2 から離れる方向に駆動され、スイッチがオフの状態となる。

【 0 0 6 6 】

＜他の実施例＞

図 9 は、本発明の他の実施例に係るスイッチ 1 0 を示す断面図である。

図 9 (a) は、駆動手段 7 0 として piezo 素子を有するスイッチ 1 0 の断面図を示す。piezo 素子は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛 (P Z T) 等の圧電素子であるのが好ましい。本実施例において、スイッチ 1 0 は、第 1 端子 4 6 と、第 1 端子 4 6 に対向する第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 と、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に駆動する駆動手段 7 0 と、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に静電力により誘引する互いに対向して設けられた第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 を有する静電結合部 7 2 とを備える。また、スイッチ 1 0 は、基板 2 2 と、基板 2 2 上に設けられた支持部 2 4 と、支持部 2 4 に支持され、駆動手段 7 0 により第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に駆動される可動部 4 2 と、可動部 4 2 を支持部 2 4 に固定する被支持部 4 4 とをさらに備える。本実施例において、可動部 4 2 は、駆動手段 7 0 を含む。駆動手段 7 0 は、piezo 素子を有する。

【 0 0 6 7 】

図 9 (b) は、駆動手段 7 0 として温度に応じて形状を変化させる形状記憶合金を用いるスイッチ 1 0 の断面図を示す。本実施例において、スイッチ 1 0 は、第 1 端子 4 6 と、第 1 端子 4 6 に対向する第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 と、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に駆動する駆動手段 7 0 と、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に静電力により誘引する互いに対向して設けられた第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 を有する静電結合部 7 2 とを備える。また、スイッチ 1 0 は、基板 2 2 と、基板 2 2 上に設けられた支持部 2 4 と、支持部 2 4 に支持され、駆動手段 7 0 により第 2 端子 2 6 及び第 3 端

子 2 8 の方向に駆動される可動部 4 2 と、可動部 4 2 を支持部 2 4 に固定する被支持部 4 4 とをさらに備える。本実施例において、可動部 4 2 は、駆動手段 7 0 を含む。駆動手段 7 0 は、形状記憶合金と、形状記憶合金を加熱するヒータ 5 8 とを有する。可動部 4 2 を構成する形状記憶合金は、例えばチタンとニッケルの合金などを含む。

【 0 0 6 8 】

図 9 (c) は、駆動手段 7 0 として磁力を用いるスイッチ 1 0 の断面図を示す。本実施例において、スイッチ 1 0 は、第 1 端子 4 6 と、第 1 端子 4 6 に対向する第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 と、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に駆動する駆動手段 7 0 と、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に静電力により誘引する互いに対向して設けられた第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 を有する静電結合部 7 2 とを備える。また、スイッチ 1 0 は、基板 2 2 と、基板 2 2 上に設けられた支持部 2 4 と、支持部 2 4 に支持され、駆動手段 7 0 により第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に駆動される可動部 4 2 と、可動部 4 2 を支持部 2 4 に固定する被支持部 4 4 とをさらに備える。本実施例において、駆動手段 7 0 は、可動部 4 2 に設けられた第 1 磁性体 3 0 2 と基板 2 2 に設けられた第 2 磁性体 3 0 4 とを有する磁石部を含む。第 1 磁性体 3 0 2 は、永久磁石であってよい。第 2 磁性体 3 0 4 は、コイルを有してよい。

【 0 0 6 9 】

以上の他の実施例においても、スイッチ 1 0 は、駆動手段 7 0 が、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 から離れる方向に駆動するノーマリーオン型であってよい。この場合、電力供給手段が駆動手段 7 0 に電力を供給することにより、可動部 4 2 が基板 2 2 から離れる方向に駆動され、スイッチがオフの状態となる。

【 0 0 7 0 】

図 1 0 は、本発明の一実施形態に係るスイッチ 1 0 の第 1 実施例の製造方法の途中工程を示す断面図である。

本実施例において、まず、第 1 基板 2 0 0 に、第 1 端子 4 6 と、第 1 端子 4 6 を保持し、電力の供給により第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に駆動される

可動部 4 2 と、可動部 4 2 に設けられた第 1 電極 5 0 とを有するスイッチ部を形成する。また、同時に又は続いて、第 2 基板 2 2 に、第 2 端子 2 6 と、第 3 端子 2 8 と、第 2 電極 3 0 と、スイッチ部を支持する支持部 2 4 とを有する支持台を形成する。最後に、第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 に、第 1 電極 5 0 が第 2 電極 3 0 にそれぞれ対向するように第 1 基板 2 0 0 と第 2 基板 2 2 とを張り合わせてスイッチ 1 0 を製造する。

【 0 0 7 1 】

以下にスイッチ部を形成する工程を説明する。

図 1 0 (a) に示すように、まず第 1 基板 2 0 0 を用意する。第 1 基板 2 0 0 は、単結晶基板であるのが好ましい。本実施例において、第 1 基板 2 0 0 は、単結晶シリコン基板を用いる。次に、第 1 基板 2 0 0 を熱酸化して第 1 基板 2 0 0 にシリコン酸化膜 2 0 2 を形成する。シリコン酸化膜 2 0 2 は、第 1 基板 2 0 0 の両面に形成されてもよい。

【 0 0 7 2 】

続いて、図 1 0 (b) に示すように、第 1 構成部材 5 4 を形成する。第 1 構成部材 5 4 は、熱膨張率の大きい材料により形成されるのが好ましい。具体的には、第 2 構成部材 5 6 より熱膨張率の大きい材料により形成されるのが望ましい。

【 0 0 7 3 】

本実施例において、第 1 構成部材 5 4 は、次の工程により形成される。まず、第 1 構成部材 5 4 を形成する材料である、アルミニウム、ニッケル、ニッケル鉄合金などの大きな熱膨張率を有する材料を、スパッタリング法などにより堆積する。続いて、堆積された材料にフォトレジストを塗布し、露光と現像により、パターンを形成する。続いて、パターンが形成されたフォトレジストをマスクとして、ウェットエッチングあるいはドライエッチングなどを用いて、露出している堆積された当該材料を除去する。さらに、フォトレジストを除去することにより、当該パターンが形成された領域である所望の領域だけに、第 1 構成部材 5 4 が形成される。

【 0 0 7 4 】

別の実施例において、第 1 構成部材 5 4 は、次の工程により形成されてもよい

。まず、フォトレジストを塗布し、第1構成部材54を形成する領域に開口部を有するパターンを、露光と現像により形成する。次に、例えばアルミニウム、ニッケル、ニッケルと鉄との合金などの大きな熱膨張率を有する材料を、蒸着法あるいはスパッタリング法を用いて堆積させる。そして、フォトレジストを除去することにより、フォトレジスト上に堆積された材料だけを除去する工程であるリフトオフを行い、所望の領域だけに第1構成部材54を形成する。

【0075】

次に、第2構成部材56（図1参照）に含まれる部材56aを形成する。部材56aは、熱膨張率の小さい材料で形成されるのが好ましい。部材56aは、具体的には、第1構成部材54を形成する材料より熱膨張率が小さく、後述する第2構成部材56に含まれる部材56bを形成する材料より熱膨張率が高い材料により形成されるのが好ましい。部材56aは、部材56bと略同じ熱膨張率を有する材料により形成されてもよい。

【0076】

本実施例において、部材56aは、酸化シリコン、シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウムなどの絶縁性を有する材料を、プラズマCVD法やスパッタリング法を用いて堆積させる。

【0077】

続いて、図10（c）に示すように、第1構成部材54および第2構成部材56を加熱するヒータ58を形成する。ヒータ58は、電流を供給することにより発熱する材料により形成されるのが好ましい。また、ヒータ58は、部材56bを形成する材料熱膨張率が大きく、第1構成部材54を形成する材料よりも熱膨張率が小さい材料により形成されるのが好ましい。

【0078】

本実施例において、ヒータ58は、フォトレジストと、蒸着法あるいはスパッタリング法によるリフトオフを用いて、ニッケルとクロムとの合金や、クロムと白金とを積層した金属積層膜などの金属抵抗体により形成される。ヒータ58を形成する材料は、貼り合せ工程において、支持部24との貼り合せ面となる、第1基板200上の領域の一部にも形成されるのが好ましい。

【0079】

次に、図10（d）に示すように、第2構成部材56に含まれる部材56bを形成する。部材56bは、熱膨張率の小さい材料で形成されるのが好ましい。具体的には、第1構成部材54を形成する材料より、熱膨張率の小さい材料で形成されるのが好ましい。本実施例において、部材56bは、酸化シリコン、シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウムなどの絶縁性を有する材料を、プラズマCVD法やスパッタリング法を用いて堆積させる。

【0080】

続いて、シリコン酸化膜202、部材56a及び部材56bの一部を除去することにより、第1基板200の一部を露出させる。このとき、部材56bは、貼り合せ工程において、支持部24との貼り合せ面となる、第1基板200上の領域の一部において、ヒータ58が露出するコンタクト孔を有するように形成されるのが好ましい。

【0081】

本実施例においては、まず、フォトレジストを塗布し、露光と現像により、所望のパターンを形成する。次に、弗化水素酸水溶液を用いて、シリコン酸化膜により形成されるシリコン酸化膜202、部材56a及び／又は部材56bを除去することにより、第1基板200を露出させ、さらにコンタクト孔を形成する。

【0082】

次に、図10（e）に示すように、第1電極50と、第1端子46に含まれる導電部材46aと、ヒータ58に接続する接続部材204とを形成する。第1電極50、第1端子46に含まれる導電部材46a及び接続部材204は、高い導電率を有する金属で形成されるのが好ましい。本実施例において、第1電極50、第1端子46に含まれる導電部材46a及び接続部材204は、フォトレジストと金属蒸着によるリフトオフ法を用いて、白金や金などにより形成される。また、第1電極50、第1端子46に含まれる導電部材46a及び接続部材204と、部材56bとの間に、第1電極50、第1端子46に含まれる導電部材46a及び接続部材204と部材56bとの密着性を向上させるために、例えばチタンやクロム、あるいはチタンと白金の積層膜などを密着層として設けてもよい。

【0083】

続いて、第1絶縁層52を形成する。本実施例において、第1絶縁層52は、酸化シリコン、シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウムなどの絶縁性を有する材料を、プラズマCVD法やスパッタリング法を用いて堆積させる。このとき、導電部材46aと接続部材204の上にも絶縁層206が形成されてよい。絶縁層206は、導電部材46aと接続部材204の一部が露出するように形成されるのが好ましい。

【0084】

次に、図10(f)に示すように、第1端子46に含まれる導電部材46bと、接続部材204に接続される部材208を形成する。導電部材46b及び部材208は、例えば白金や金などの高い導電率を有する金属により形成されるのが好ましい。

【0085】

次に、図10(g)に示すように、第1基板200の一部を除去して被支持部44を形成する。被支持部44は、第1基板200を、フォトリソスト等を用いて、被支持部44に対応するパターンを形成し、弗化水素酸水溶液等を用いたウェットエッチング又はドライエッチングにより除去される。

さらに、第1基板200の第1端子46等が形成された面の裏面を削って基板200を薄くしてもよい。

【0086】

図11は、本発明の第1実施例に係るスイッチ10の製造方法の途中工程を示す断面図である。以下に支持台を形成する工程を説明する。

まず、第2基板22を用意する。本実施例において、第2基板22は、ガラスを用いる。ガラスは、パイレックスガラス（登録商標）であるのが好ましい。

【0087】

続いて、図11(a)に示すように、支持部24を形成する。支持部24は、以下の工程で形成される。まず、第2基板22に、フォトリソスト塗布し、露光および現像を行って支持部24に対応するマスクパターンを形成する。マスクパターンは、シリコン窒化膜や多結晶シリコンなどの無機材料により形成されても

よい。次に、マスクパターンを用いて、例えば、弗化水素酸水溶液を用いたウェットエッチングにより支持部 2 4 を形成する。支持部 2 4 は、截頭錐体に形成されるように、第 2 基板 2 2 をエッチングして形成されるのが好ましい。

【 0 0 8 8 】

続いて、図 1 1 (b) に示すように、第 2 電極 3 0 と、第 2 端子 2 6 に含まれる導電部材 2 6 a と、第 3 端子 2 8 に含まれる導電部材 2 8 a と、導線部 8 0 に含まれる導電部材 8 0 a とを形成する。第 2 電極 3 0 、導電部材 2 6 a 、導電部材 2 8 a 及び導線部 8 0 は、高い導電率を有する金属で形成されるのが好ましい。本実施例において、第 2 電極 3 0 、導電部材 2 6 a 、導電部材 2 8 a 及び導電部材 8 0 a は、フォトレジストと金属蒸着によるリフトオフ法を用いて、白金や金などにより形成される。また、第 2 電極 3 0 、導電部材 2 6 a 、導電部材 2 8 a 及び導電部材 8 0 a と、第 2 基板 2 2 との間に第 2 電極 3 0 、導電部材 2 6 a 、導電部材 2 8 a 及び導電部材 8 0 a と第 2 基板 2 2 との密着性を向上させるために、例えばチタンやクロム、あるいはチタンと白金の積層膜などを密着層として設けてもよい。

【 0 0 8 9 】

次に、図 1 1 (c) に示すように、第 2 絶縁層 3 2 を形成する。本実施例において、第 2 絶縁層 3 2 は、酸化シリコン、シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウムなどの絶縁性を有する材料を、プラズマ C V D 法やスパッタリング法を用いて堆積させる。

【 0 0 9 0 】

次に、図 1 1 (d) に示すように、第 2 端子 2 6 に含まれる導電部材 2 6 b と、第 3 端子 2 8 に含まれる導電部材 2 8 b と、導線部 8 0 に含まれる導電部材 8 0 b とを形成する。導電部材 4 6 b 及び部材 2 0 8 は、例えば白金や金などの高い導電率を有する金属により形成されるのが好ましい。

【 0 0 9 1 】

その後、第 1 端子 4 6 が第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 に、第 1 電極 5 0 が第 2 電極 3 0 にそれぞれ対向するように図 1 0 に示した第 1 基板 2 0 0 と第 2 基板 2 2 とを張り合わせる。

【 0 0 9 2 】

本実施例において、第 1 基板 1 0 0 上に複数のスイッチ部が形成され、第 2 基板上に複数の支持台が形成されるのが好ましい。この場合、第 1 基板 2 0 0 と第 2 基板 2 2 とを張り合わせた後に、第 1 基板 1 0 0 および第 2 基板 2 2 を切削して個々のスイッチ 1 0 を製造するのが好ましい。

【 0 0 9 3 】

以上のように、本実施形態に係るスイッチは、駆動手段 7 0 を用いてスイッチをオン状態した後に、静電力を用いてスイッチをオン状態に保つので、スイッチの消費電力を極めて少なくすることができる。

また、本実施形態のスイッチは、スイッチをオン状態にするために駆動手段 7 0 を用いるので、静電力のみを用いてスイッチのオンオフ動作を行うスイッチに比べてスイッチの駆動電圧を低減することができる。さらに、本実施例のスイッチは、スイッチをオン状態にするために駆動手段 7 0 を用いるので、静電結合部 7 2 の電極面積を小さくすることができ、ひいてはスイッチの小型化、高集積化が可能となる。

【 0 0 9 4 】

図 1 2 は、本発明の第 2 実施形態に係る集積化スイッチを示す上面図である。

集積化スイッチ 4 0 0 は、単一基板 2 2 と、基板 2 2 上に設けられた複数のスイッチ 1 0 とを有する。それぞれのスイッチ 1 0 は、第 1 端子 4 6 と、第 1 端子 4 6 に対向する第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 と、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に駆動する駆動手段 7 0 と、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に静電力により誘引する互いに対向する第 1 電極 5 0 及び第 2 電極を有する静電結合部 7 2 とを備える。本実施形態におけるスイッチ 1 0 は、図 1 及び図 2 に示したスイッチ 1 0 と同様の構成要素を有するため各構成要素の詳細な説明は省略する。

【 0 0 9 5 】

本実施形態において、第 1 実施形態の図 1 0 及び図 1 1 を用いて説明したのと同様の工程で、第 1 基板 2 0 0 に、複数のスイッチ部を形成してもよい。さらに、同様に、第 2 基板 2 2 に、複数の支持台を形成してもよい。次に、第 1 端子 4

6 が第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 に、第 1 電極 5 0 が第 2 電極にそれぞれ対向するように第 1 基板 2 0 0 と第 2 基板 2 2 とを張り合わせてスイッチ 1 0 を製造する。本実施形態において、第 1 基板 1 0 0 および第 2 基板 2 2 を、切削された基板が、複数のスイッチ 1 0 を含むように切削してもよい。

【 0 0 9 6 】

このとき、複数のスイッチに設けられた複数の導体部を、例えばワイヤボンディングなどを用いて接続することにより、集積化回路装置を形成してもよい。また、複数のスイッチが、導体部を共有するように、基板に当該導体部を形成することにより、集積化回路装置を形成してもよい。さらに、単一基板上に、トランジスタ、抵抗器、コンデンサなどの素子と、少なくとも 1 つ以上の当該スイッチを設け、所望の回路を形成することにより、集積化回路装置を形成してもよい。本実施形態において、図 1 2 に示すように、一のスイッチ 1 0 の第 2 端子 2 6 と他のスイッチ 1 0 の第 2 端子 2 6 とは、導体部により接続される。これにより、複数のスイッチ 1 0 を集積化することができる。

【 0 0 9 7 】

図 1 3 は、図 1 2 において説明した集積化スイッチ 4 0 0 をパッケージ化した集積化回路装置を示す斜視図である。

集積化回路装置 4 1 0 は、図 1 2 に示した集積化スイッチ 4 0 0 と、プリント基板 4 1 2 と、プリント基板 4 1 2 上に形成されたプリント配線 4 1 4 と、プリント基板 4 1 2 上に配置された樹脂基板 4 1 8 と、集積化スイッチ上に配置されたガラス基板 4 2 0 とを有する。集積化回路装置 4 1 0 は、集積化スイッチ 4 0 0 の第 1 端子 4 6、第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 とプリント配線 4 1 4 とをそれぞれ接続するリード線 4 1 6 をさらに有する。

【 0 0 9 8 】

以上のように、本実施形態に係る集積化スイッチは、駆動手段 7 0 を用いてスイッチをオン状態した後に、静電力を用いてスイッチをオン状態に保つので、スイッチの消費電力を極めて少なくすることができる。

また、本実施形態のスイッチは、スイッチをオン状態にするために駆動手段 7 0 を用いるので、静電力のみを用いてスイッチのオンオフ動作を行うスイッチに

比べてスイッチの駆動電圧を低減することができる。さらに、本実施例のスイッチは、スイッチをオン状態にするために駆動手段 7 0 を用いるので、静電結合部 7 2 の電極面積を小さくすることができ、ひいてはスイッチの小型化、高集積化が可能となる。

【 0 0 9 9 】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更又は改良を加えることができる。その様な変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることは、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【 0 1 0 0 】

【発明の効果】

上記説明から明らかなように、本発明によればスイッチのオン状態を保つために必要な消費電力を削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態に係るスイッチの第 1 実施例を示す断面図である。

【図 2】

図 1 に示すスイッチの上面図である。

【図 3】

本発明の第 1 実施形態に係るスイッチの第 2 実施例を示す断面図である。

【図 4】

図 3 に示すスイッチの上面図である。

【図 5】

本発明の第 1 実施形態に係るスイッチの第 3 実施例を示す上面図である。

【図 6】

本発明の第 1 実施形態に係るスイッチの第 4 実施例を示す断面図である。

【図 7】

本発明の第 1 実施形態に係るスイッチの第 5 実施例を示す断面図である。

【図 8】

本発明の第 1 実施形態に係るスイッチの第 6 実施例を示す断面図である。

【図 9】

本発明の第 1 実施形態に係るスイッチの他の実施例を示す断面図である。

【図 1 0】

本発明の第 1 実施形態に係るスイッチの製造方法の途中工程を示す断面図である。

【図 1 1】

本発明の第 1 実施形態に係るスイッチの製造方法の途中工程を示す断面図である。

【図 1 2】

本発明の第 2 実施形態に係る集積化スイッチを示す上面図である。

【図 1 3】

図 1 2 において説明した集積化スイッチをパッケージ化した集積化回路装置を示す斜視図である。

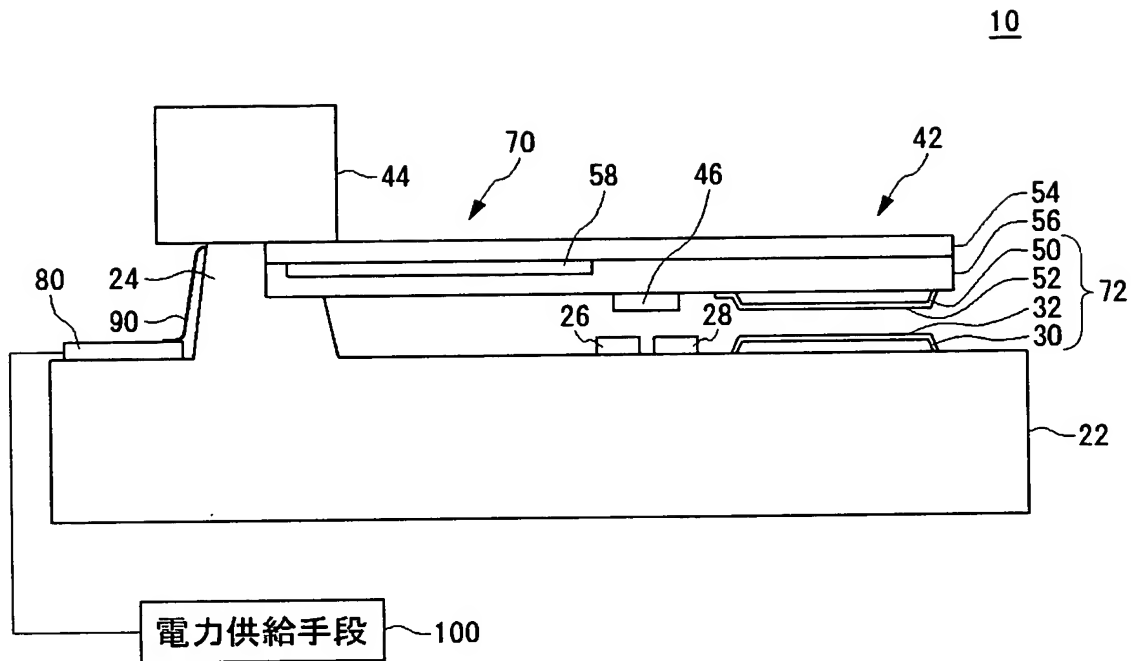
【符号の説明】

1 0 … スイッチ、 2 2 … 基板、 2 4 … 支持部、 2 6 … 第 2 端子、 2 8 … 第 3 端子、 3 0 … 第 2 電極、 3 2 … 第 2 絶縁層、 4 2 … 可動部、 4 4 … 被支持部、 4 6 … 第 1 端子、 4 8 … 第 4 端子、 5 0 … 第 1 電極、 5 2 … 第 1 絶縁層、 5 4 … 第 1 構成部材、 5 6 … 第 2 構成部材、 5 8 … ヒータ、 6 0 … 導電層、 7 0 … 駆動手段、 7 2 … 静電結合部、 8 0 … 導線部、 8 2 … 第 2 電極用導線、 8 4 … 第 1 電極用導線、 8 6 … ヒータ用第 1 導線、 8 8 … ヒータ用第 2 導線、 9 0 … 接続配線、 1 0 0 … 電力供給手段、 2 0 0 … 第 1 基板、 2 0 2 … シリコン酸化膜、 2 0 4 … 接続部材、 2 0 6 … 絶縁層、 2 0 8 … 部材、 3 0 2 … 第 1 磁性体、 3 0 4 … 第 2 磁性体、 4 0 0 … 集積化スイッチ、 4 1 0 … 集積化回路装置、 4 1 2 … プリント基板、 4 1 4 … プリント配線、 4 1 6 … リード線、 4 1 8 … 樹脂基板、 4 2 0 … ガラス基板

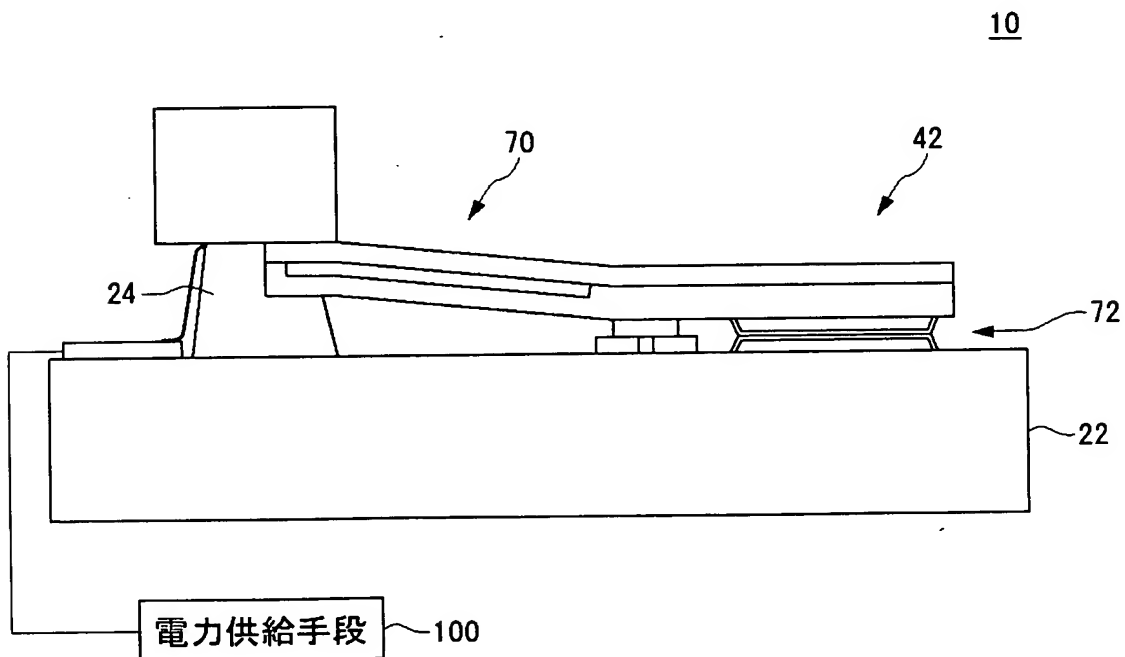
【書類名】 図面

【図 1】

(a)

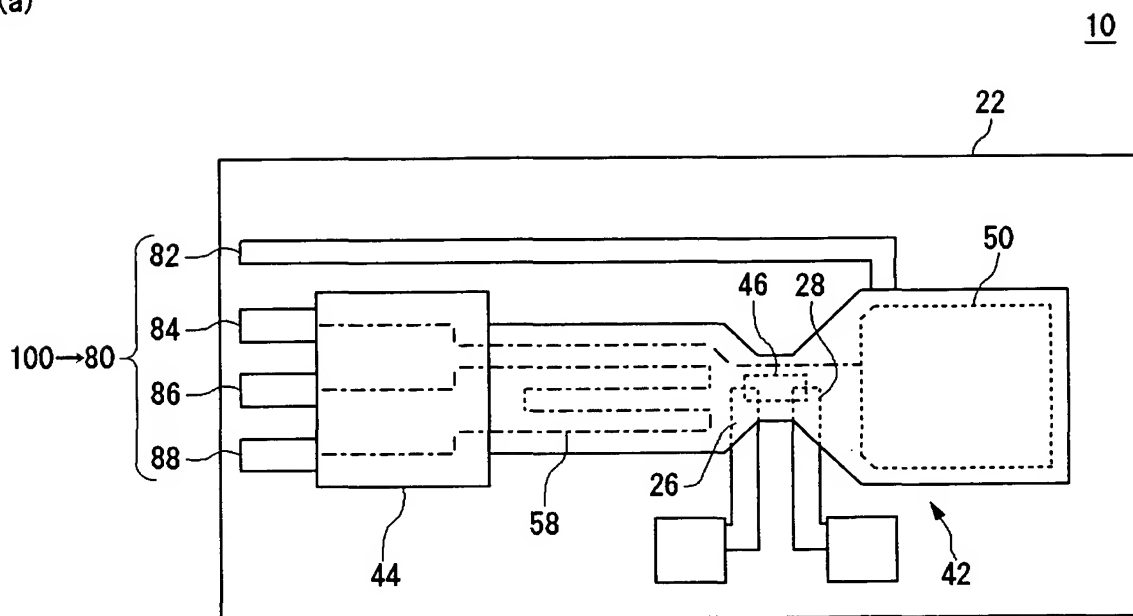


(b)

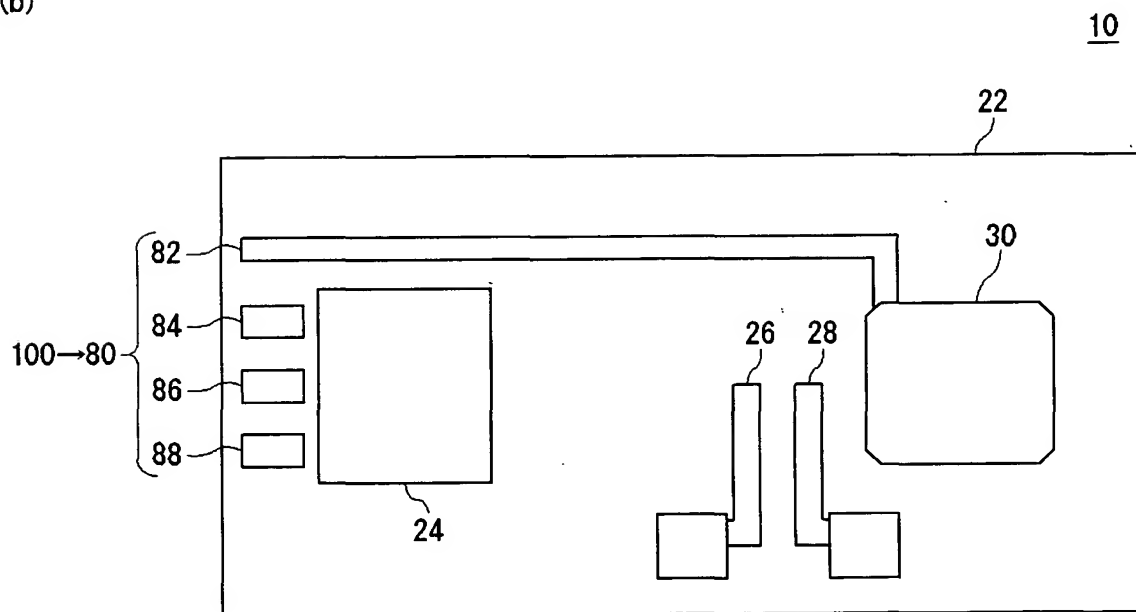


【図 2】

(a)

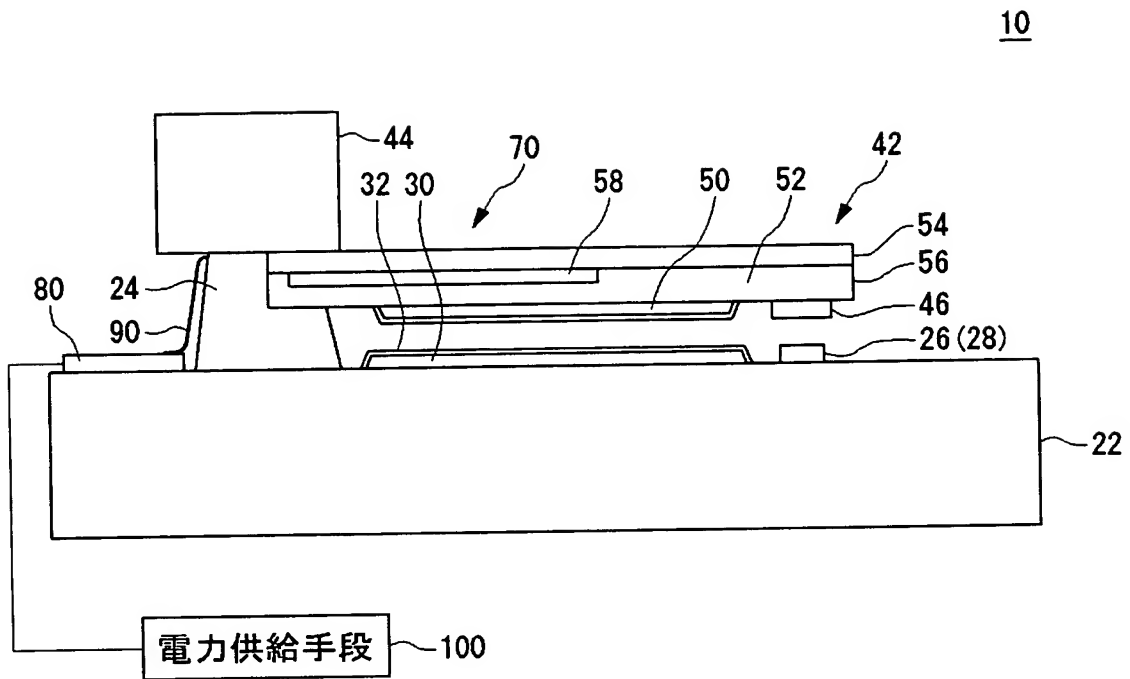


(b)

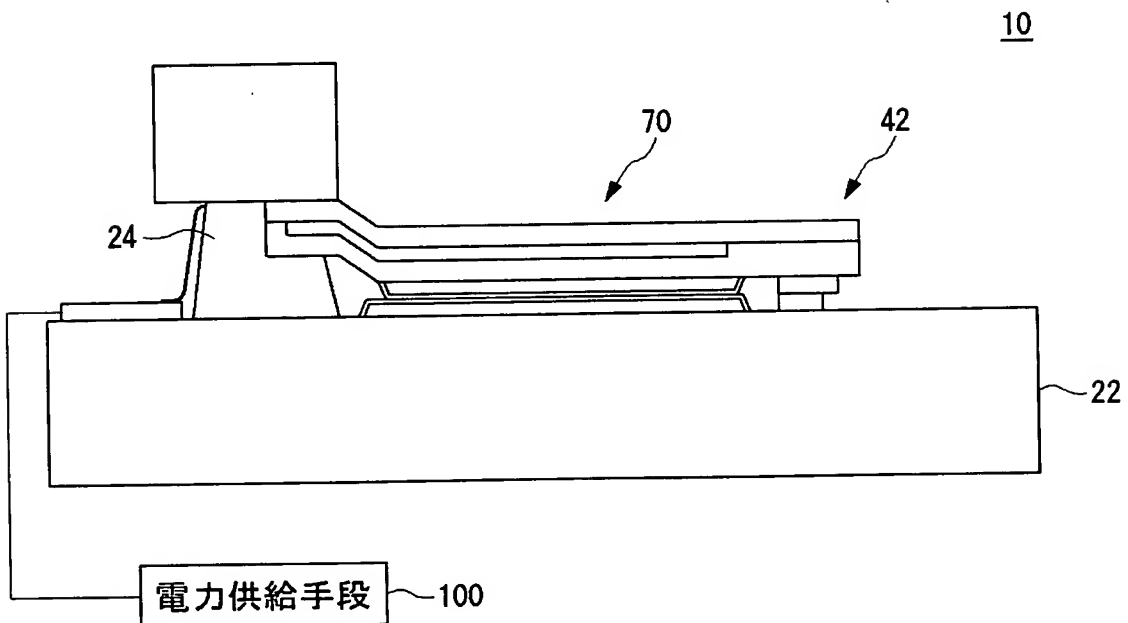


【図 3】

(a)

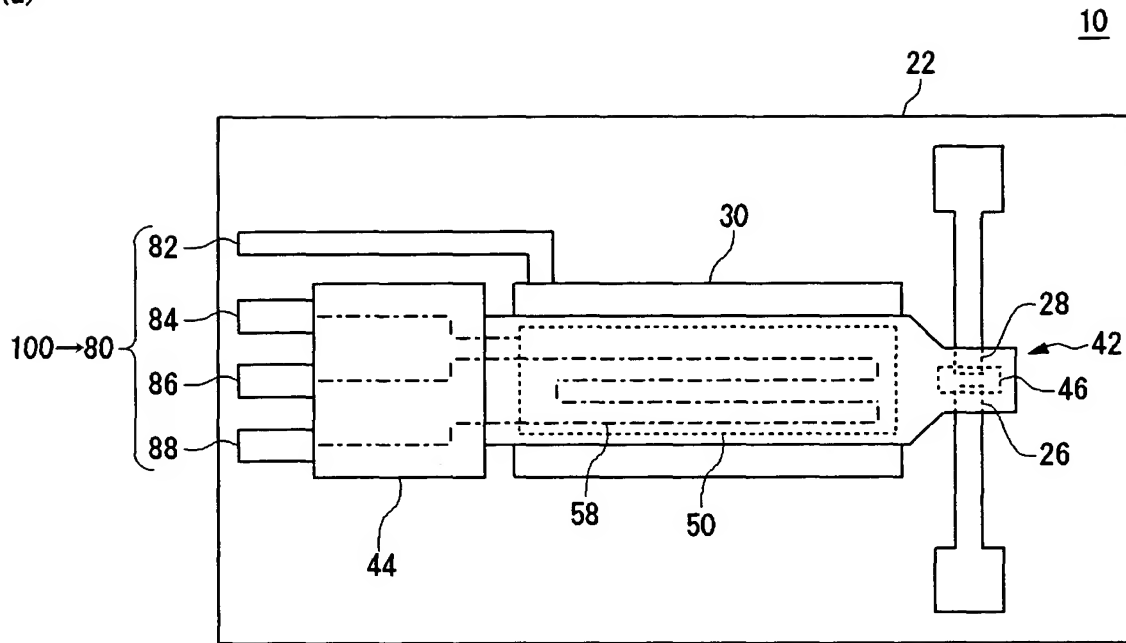


(b)

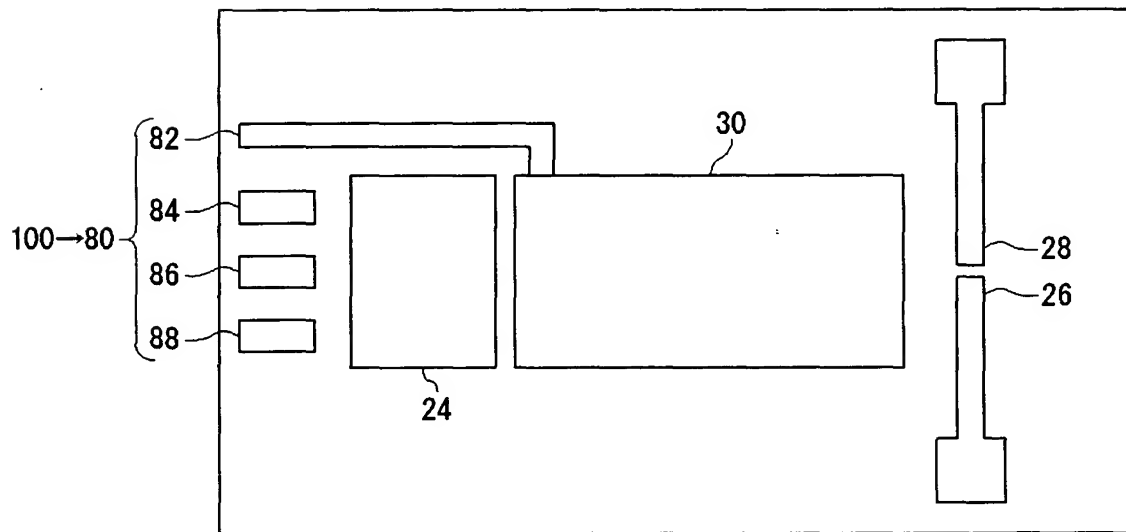


【 図 4 】

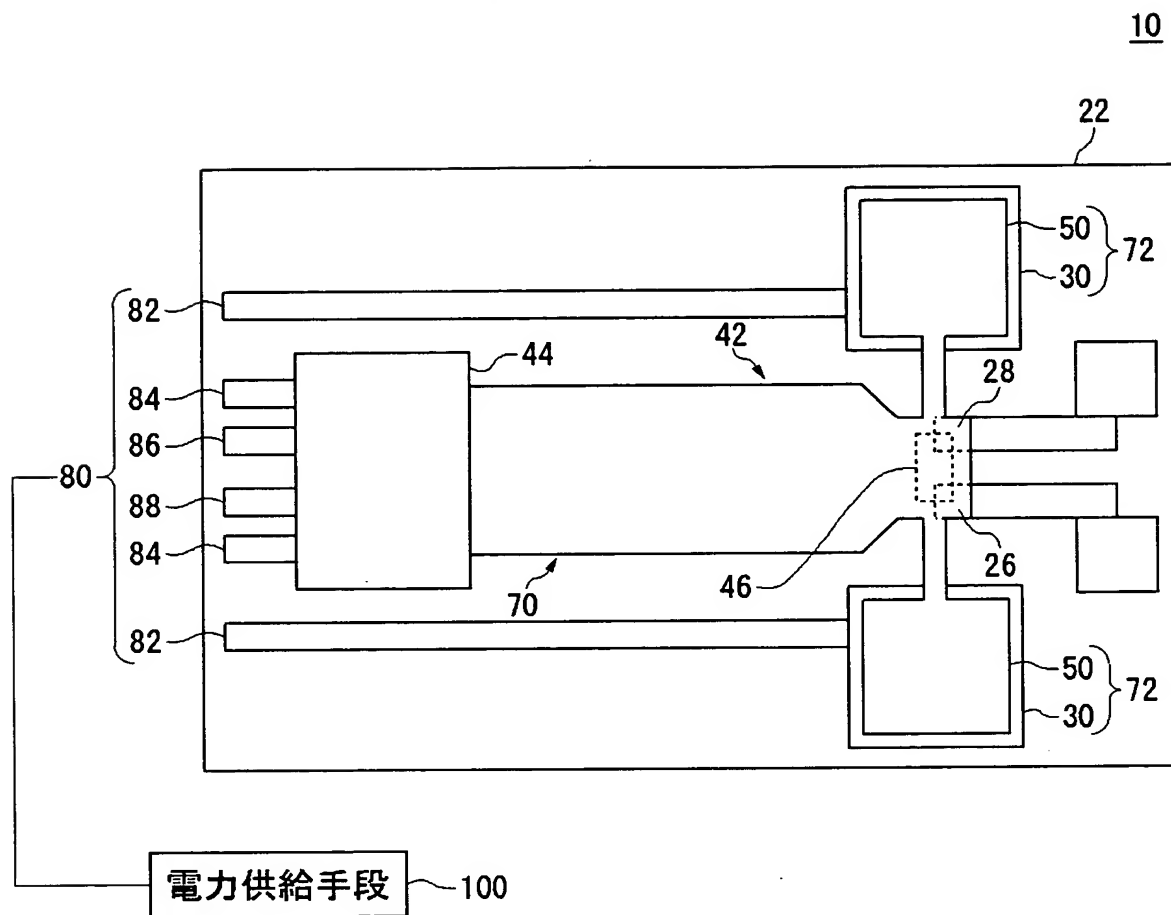
(a)



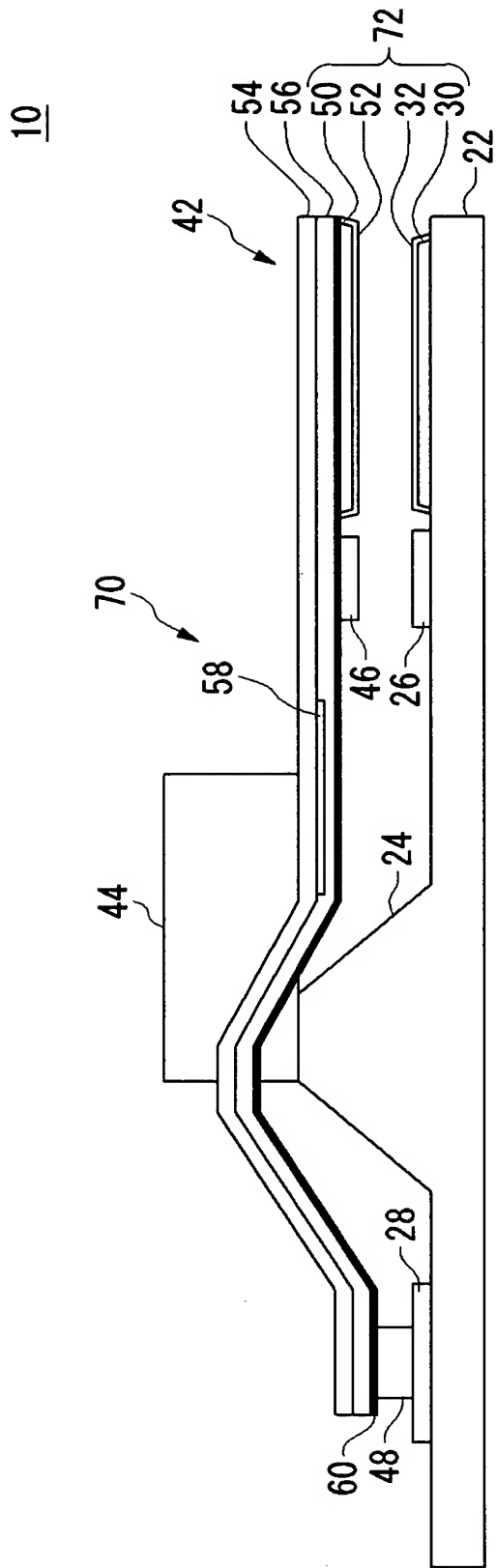
(b)



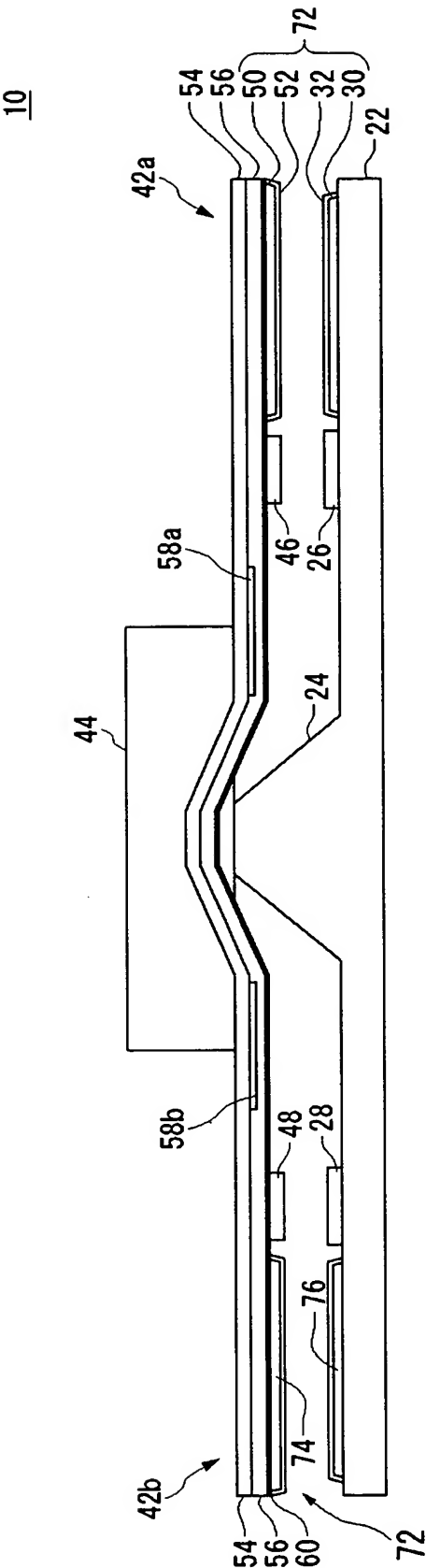
【図 5】



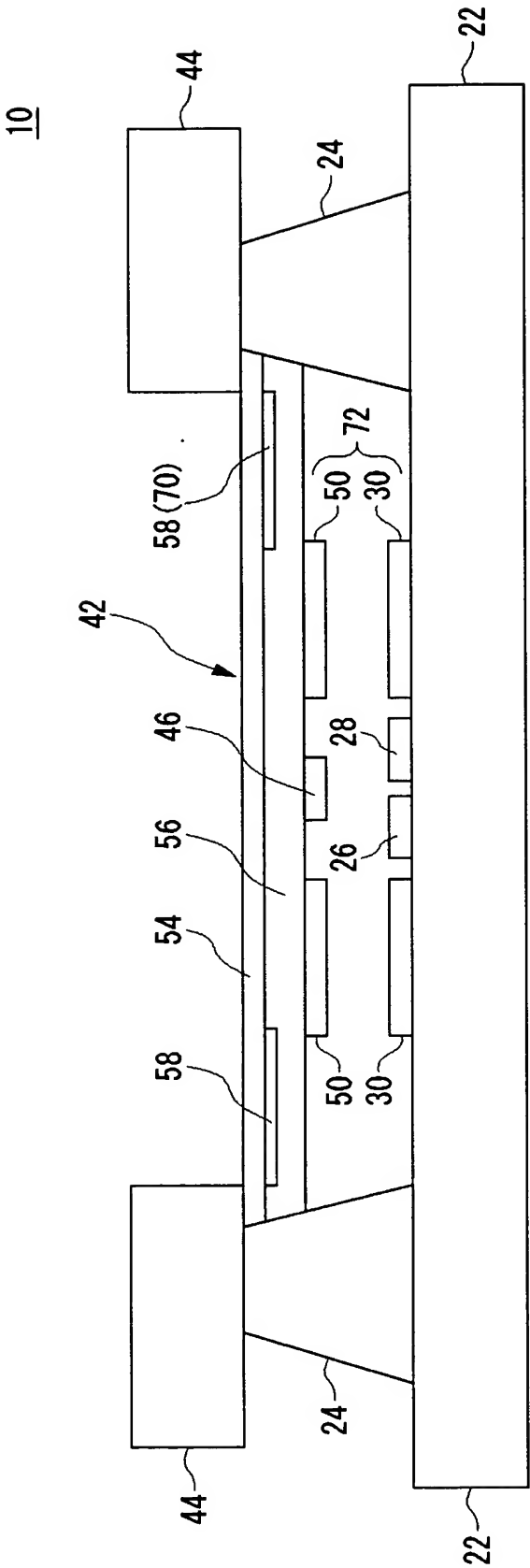
【図 6】



【図 7】

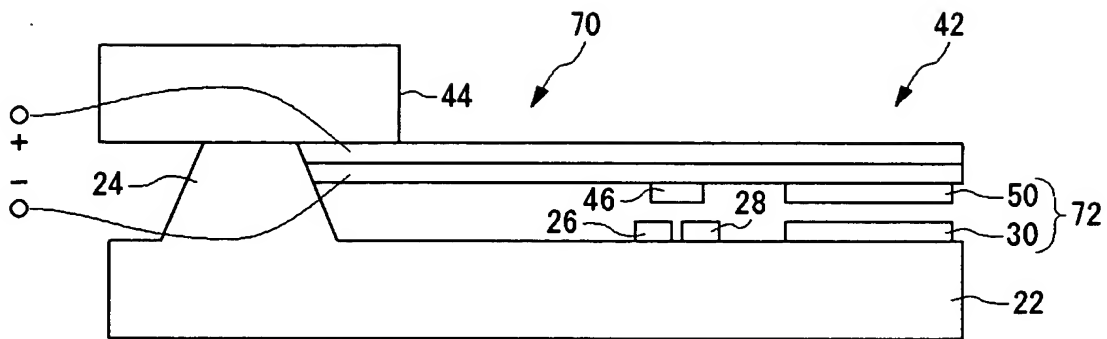


【 図 8 】

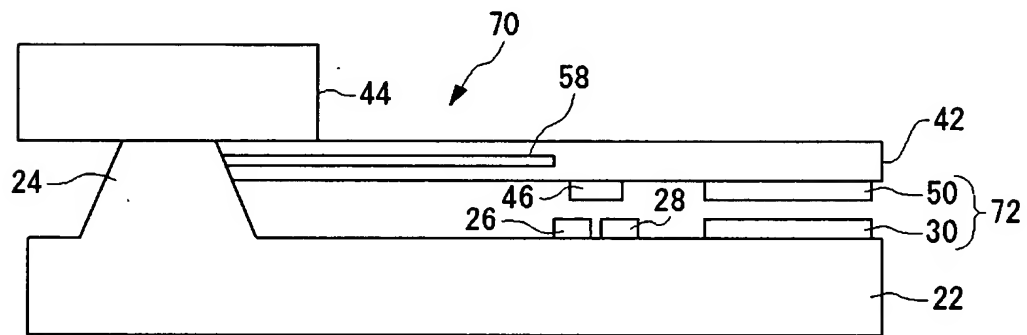


【図 9】

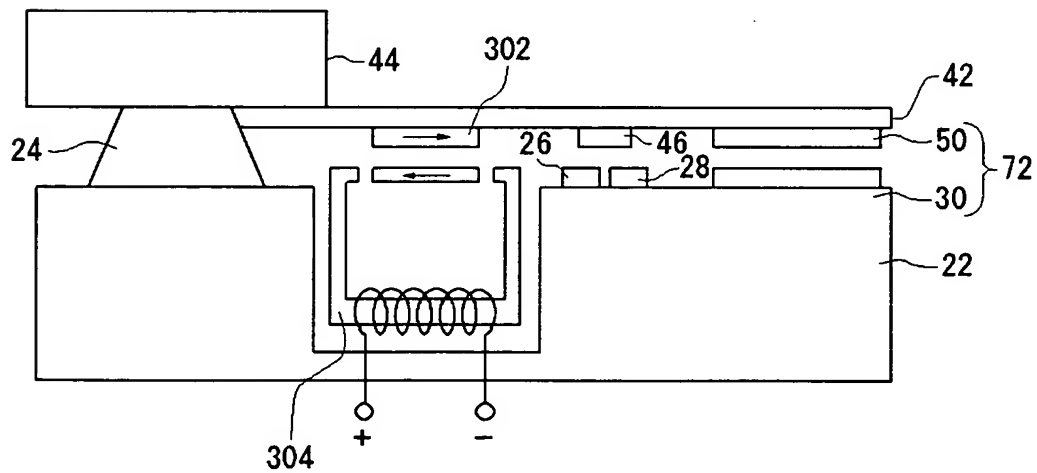
(a)



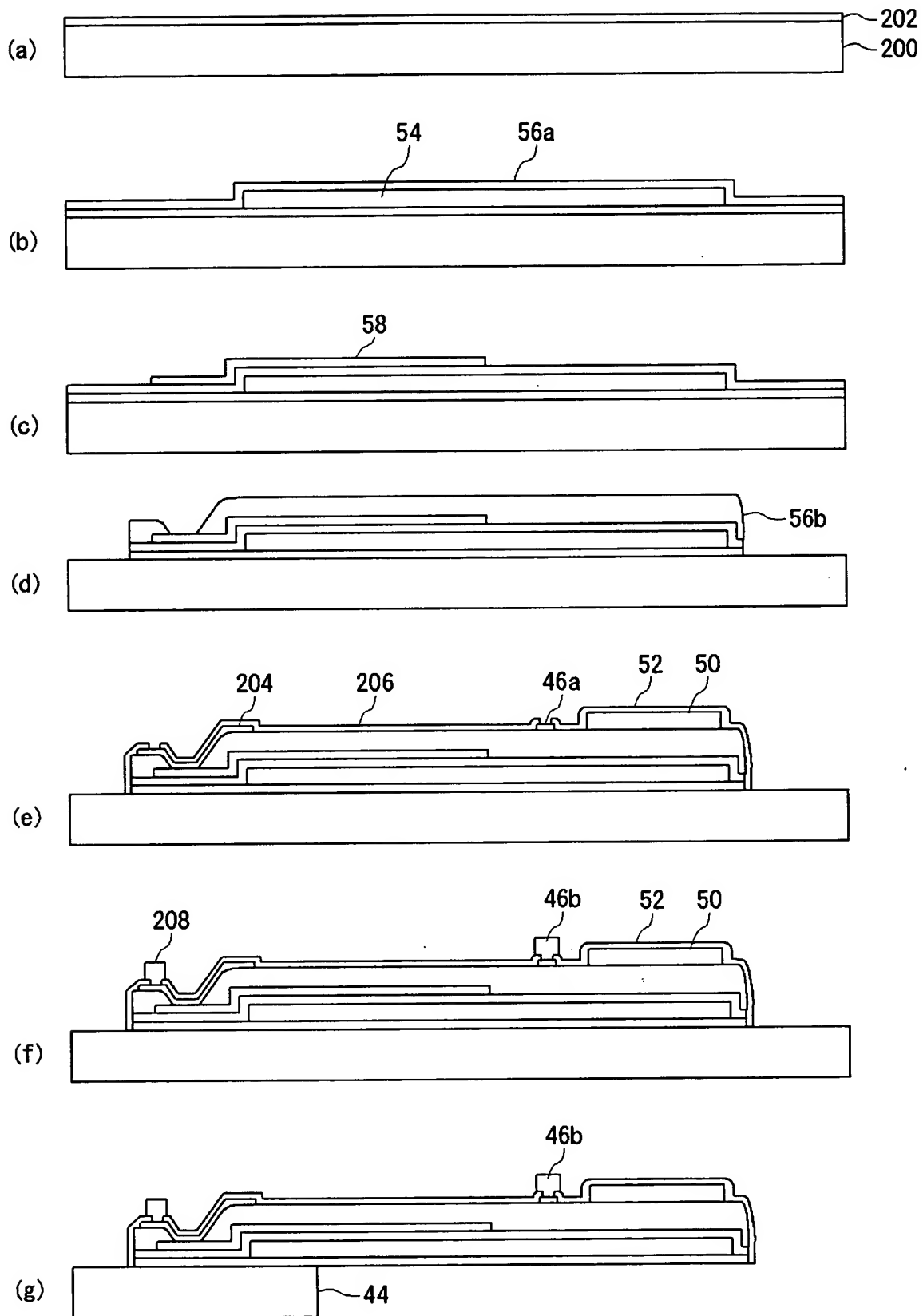
(b)



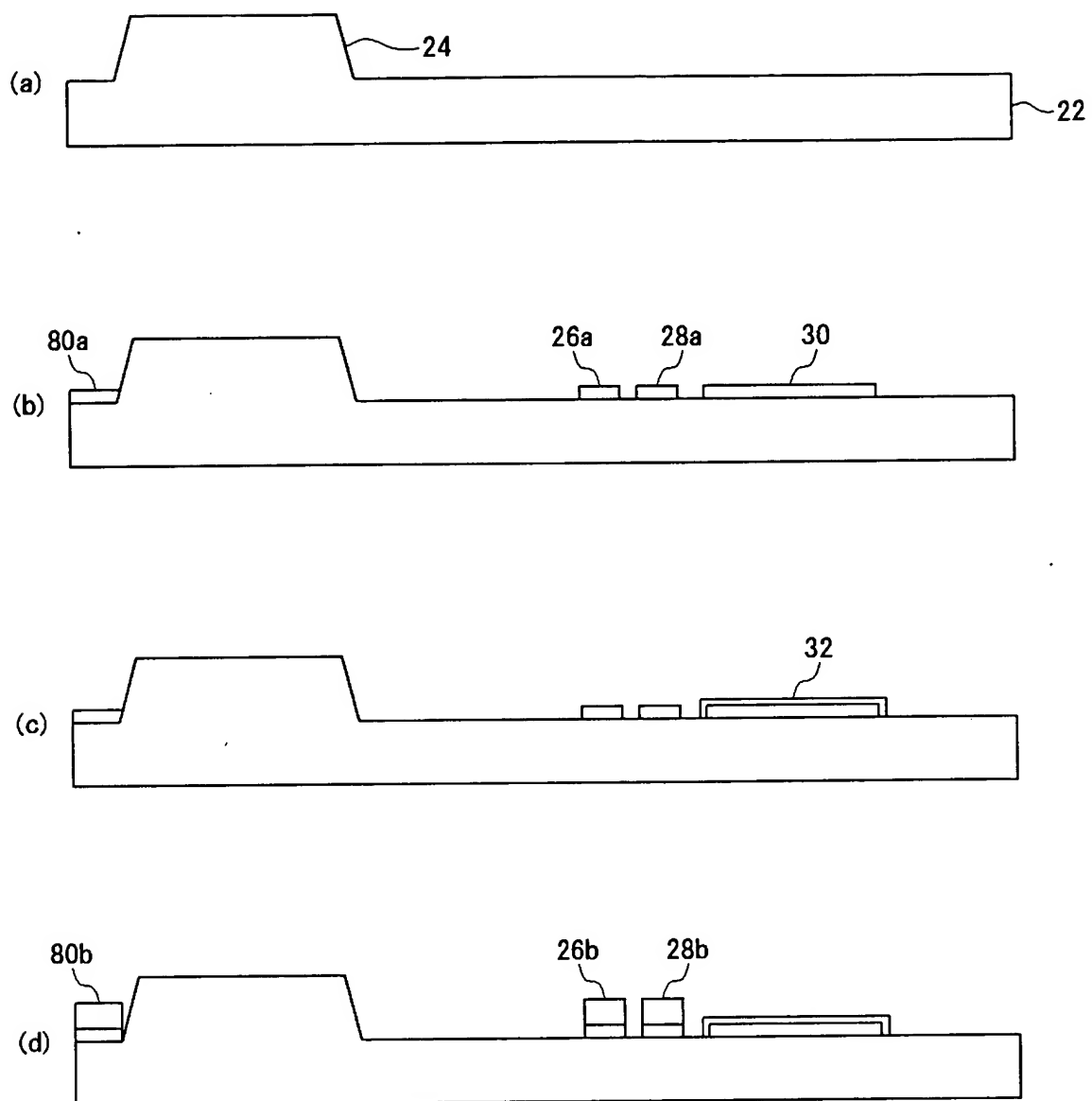
(c)



【図 1 0】

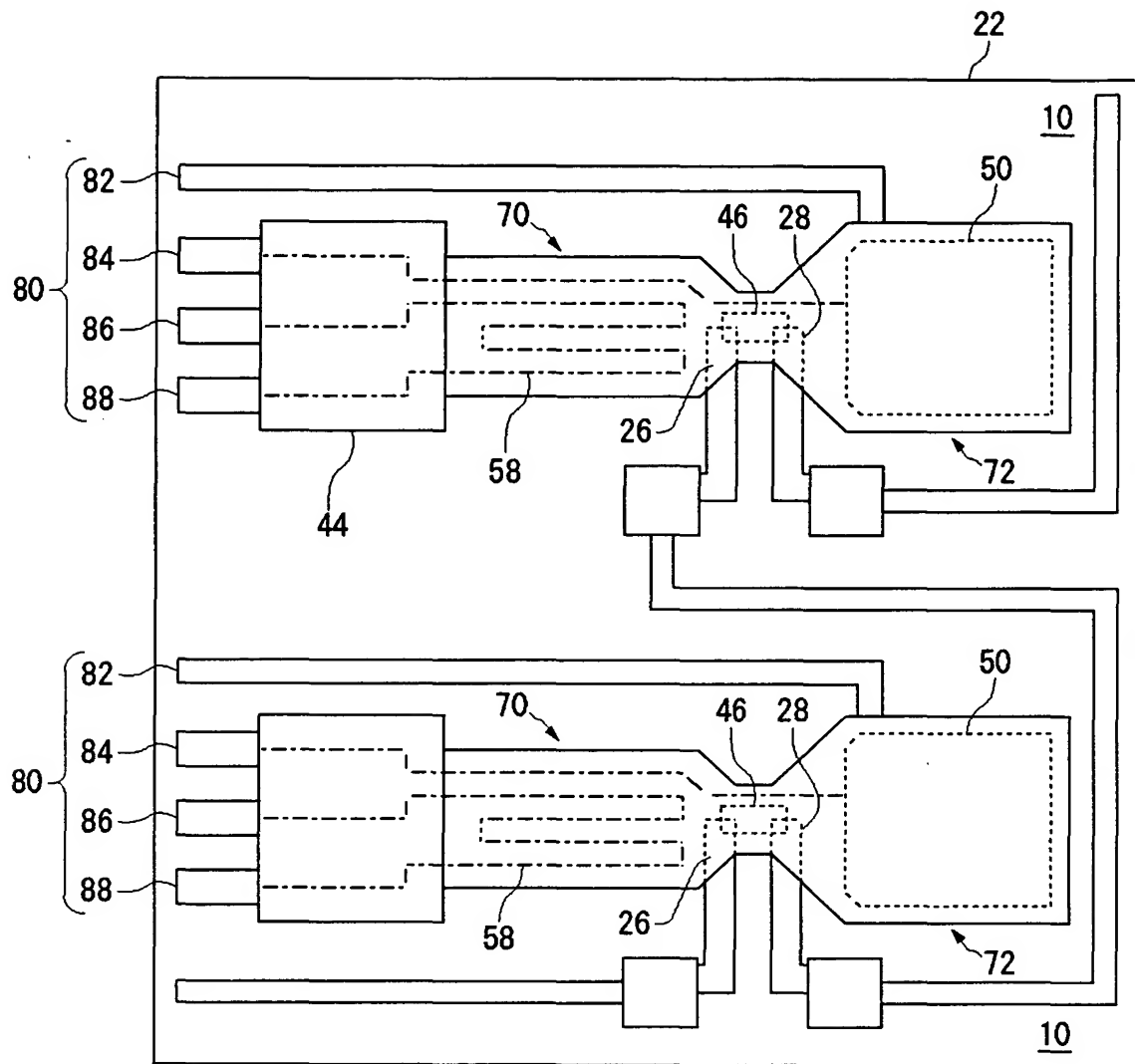


【図 11】



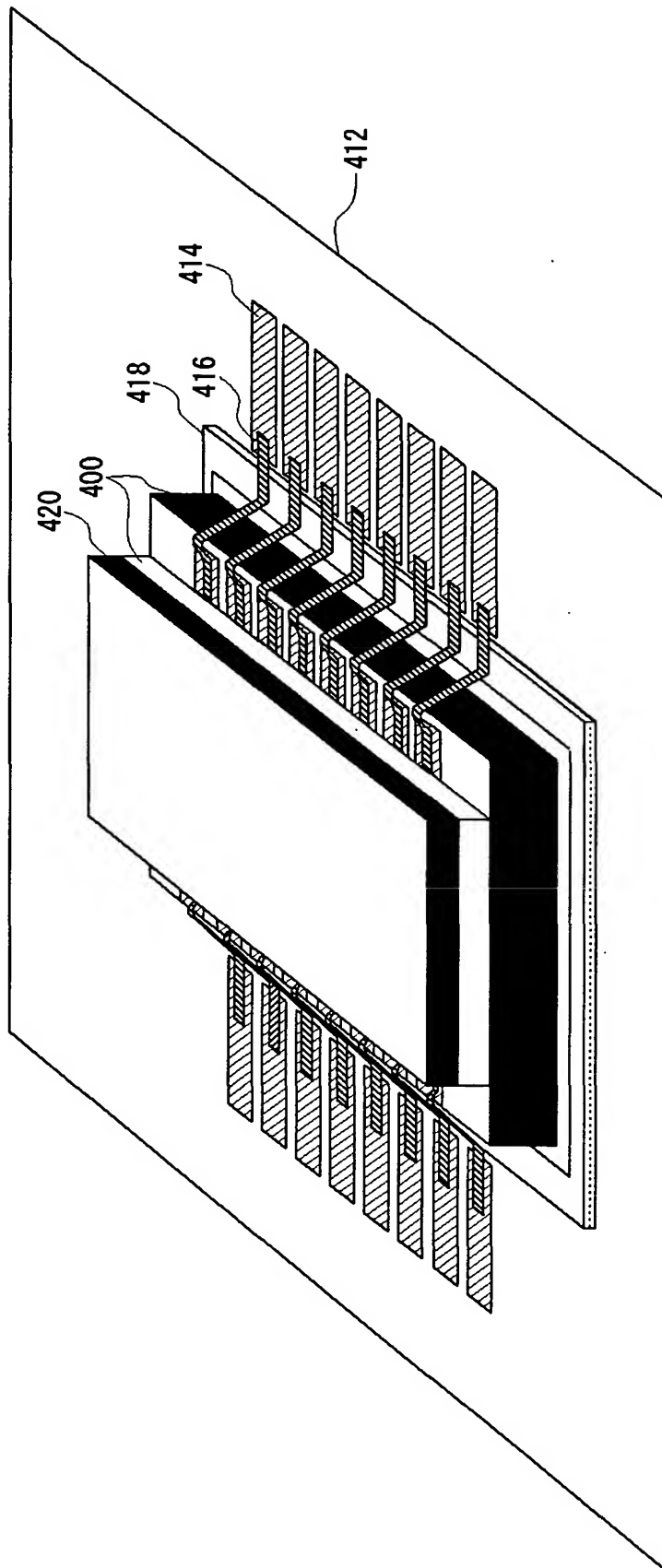
【図 1 2】

400



【図 13】

410



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スイッチのオン状態を保つために必要な消費電力を削減する。

【解決手段】 第 1 端子と第 2 端子とを電氣的に接続するスイッチ 1 0 を提供する。スイッチ 1 0 は、第 1 端子 4 6 と、第 1 端子 4 6 に対向する第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 と、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に駆動する駆動手段 7 0 と、第 1 端子 4 6 を第 2 端子 2 6 及び第 3 端子 2 8 の方向に静電力により誘引する互いに対向して設けられた第 1 電極 5 0 及び第 2 電極 3 0 を有する静電結合部 7 2 とを備える。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390005175]

1. 変更年月日 1990年10月15日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都練馬区旭町1丁目32番1号
氏 名 株式会社アドバンテスト